

**В. А. Изранов, Н. В. Казанцева, И. А. Степанян
М. В. Мартинович, В. С. Гордова, В. И. Бут-Гусаим**

ДИАПАЗОН НОРМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЖЕСТКОСТИ ПЕЧЕНИ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

106

В статье осуществлен обзор нормативов значений жесткости печени, произведено сопоставление зарубежных и российских исследований в этой области. Представлены варианты нормальных значений жесткости печени при эластографии сдвиговой волной, полученных разными авторами при измерениях на различных аппаратах. Выявлено, что нормальный диапазон показателей жесткости печени у здоровых лиц колеблется в широких пределах: при транзистентной эластографии (FibroScan, Echosens) – в диапазоне 1,5–7,5 кПа, при транзистентной эластографии сдвиговой волной (iU elite, Philips) – 2,4–6,2 кПа, при двухмерной (Aixplorer, Supersonic Imagine) – 2,6–6,2 кПа. Скорость сдвиговой волны в ткани печени при транзистентной эластографии сдвиговой волной (Acuson S2000, Siemens) находится в диапазоне 0,71–1,71 м/с. Приведенные данные измерений жесткости печени и скорости сдвиговой волны у здоровых лиц не могут рассматриваться в качестве референсной базы для определения границ нормы. Этим обосновывается необходимость достижения консенсуса по нормативным значениям данных показателей. Отмечается, что с учетом несоответствия результатов измерений жесткости печени на аппаратуре различных производителей динамическое наблюдение за показателями жесткости печени у пациента целесообразно производить на одной и той же аппаратуре, с использованием одного датчика, на глубине 2–5 см от капсулы печени и, желательно, одним и тем же оператором. Указывается на необходимость соблюдать осторожность при использовании пороговых значений скорости сдвиговой волны на различной аппаратуре, поскольку это влияет на оценку жесткости печени, а значит, степени фиброза.

The article focuses on normative values of the liver shear wave elastography and comparison of various works in elastography of the international and Russian research. A variety of normal values of liver stiffness during shear wave elastography obtained by different authors when measuring on various devices are presented. The normal range of liver stiffness measurements in healthy people varies widely: the normal liver elasticity values may vary in range of 1.5–7.5 kPa on measuring by transient elastography (FibroScan, Echosens); 2.4–6.2 kPa on measuring by point shear wave elastography (iU elite, Philips); 2.6–6.2 kPa on measuring by 2D shear wave elastography (Aixplorer, Supersonic Imagine). The liver shear wave velocity varies in the range of 0.71–1.71 m/s on measuring by the point shear wave elastography. The given data of the normal liver stiffness measurement and shear wave velocity in healthy people could not be taken as the reference data for assessing the normal values. Consensus is needed on the subject of normal values of the liver stiffness measurements and shear wave velocity in the liver tissue. Considering the discrepancy between the results of normal liver stiffness values in the sonographic equipment of various manufacturers dynamic observation upon liver stiffness values should be performed using the same machine in the same individual on the depth of 2–5 cm from liver capsule, preferably by the same operator. Caution should be given



while using threshold values of the normal liver stiffness on different equipment because it influences the assessment of the liver stiffness measurements and, consequently fibrosis stage.

Ключевые слова: обзор, эластография печени, транзистентная эластография, эластография сдвиговой волной, скорость сдвиговой волны, нормативы жесткости печени.

Keywords: review, sonoelastography, transient elastography, shear wave elastography, shear wave velocity.

Введение

Оценка жесткости печени (ЖП) с помощью эластографии сдвиговой волной (ЭСВ) позволяет получить более точные и измеряемые данные по сравнению с пальпацией печени. В нашем обзоре систематизированы работы отечественных и зарубежных исследователей, анализировавших такие факторы, влияющие на точность измерения показателей ЖП, как возраст, пол, проба Вальсальвы, тип датчика (4С1 или 4V1) и ультразвукового аппарата, межреберный или субкостальный доступ к VIII сегменту печени, расстояние от кожи до области измерения, высокий индекс массы тела (более 30 кг/м²) [1], наличие метаболического синдрома, навыки оператора. Предметом дальнейших исследований является установление оптимального количества измерений для наиболее точного определения ЖП. В целом вариабельность измерений ЭСВ составляет 1–8 % и связана преимущественно с навыками оператора [2].

Хотя эластография сдвиговой волной используется как релевантный диагностический метод в клинической практике, до сих пор существует ряд нерешенных проблем. Разработано большое количество методов ЭСВ, и производители ультразвуковой аппаратуры стремятся обеспечить наилучший инструмент исследования для клиницистов. Однако разнообразие методов и аппаратуры для ЭСВ стало проблемой, влияющей на сопоставление результатов исследования ЖП. Для того чтобы гармонизировать референсные значения измерений жесткости печени и избежать неправильной трактовки данных, требуется стандартизация различных методов исследования различными аппаратами и различными операторами. Необходимы дальнейшие исследования сравнительной точности ЭСВ измерений, создание референсной базы нормативов жесткости печени и, возможно, синхронизация усилий производителей ультразвуковой аппаратуры.

Целью нашего исследования стала характеристика нормативов значений ЖП на основе сопоставления исследований в этой области, как российских, так и зарубежных. Были поставлены следующие задачи:

- 1) провести сравнение отечественных и зарубежных работ по эластографии печени;
- 2) представить нормальный диапазон показателей ЖП у здоровых лиц.

Результаты и обсуждение

Нормальный диапазон показателей ЖП у здоровых лиц является воспроизводимым и стабильным [2–21]. Результаты обширного литературного поиска, касающиеся нормативов жесткости печени и факторов, влияющих на них, собраны в таблице на основе обзора Донга (Y. Dong) [22] и дополнены нами.

Показатели жесткости печени и скорости сдвиговой волны у здоровых лиц при использовании транзитной, точечной и двухмерной ЭСВ

Источник	Характеристика группы	Среднее (медиана), стандартное отклонение, диапазон	Комментарии
23	<p><i>Транзитная эластография</i></p> <p>Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, отсутствие злоупотребления алкоголем. Количество обследованных – 429. Возраст 45,1±16,7. 233 женщины / 196 мужчин</p>	5,49 ± 1,59 [1,5 – 12,7] кПа	<p>ЖП выше у мужчин, чем у женщин (5,81 ± 1,54 vs 5,23 ± 1,59 кПа, P = 0,0002). ЖП значительно выше при ИМТ > 30 кг/м² по возрастным группам; пол, ALT, AST, ферритин не вызывают значимых различий по возрастным группам; ЖП выше у пациентов с метаболическим синдромом в сравнении с контролем: 6,51 ± 1,64 vs 5,33 ± 1,51 кПа, P < 0,0011</p>
24	<p>109 человек – здоровые добровольцы без заболеваний печени в анамнезе, 43 – пациенты с нормальными показателями АЛТ, без заболеваний печени в анамнезе. Количество обследованных – 152. Возраст 45,3 ± 17,6 (18 – 87). 87 женщин / 65 мужчин</p>	4,8 ± 1,3 [2,3 – 8,8] кПа	<p>ЖП у женщин 4,6 ± 1,2 кПа, что значительно ниже, чем у мужчин 5,1 ± 1,2 кПа (P = 0,0082). Не обнаружено различий между возрастными группами</p>
25	<p>Здоровые добровольцы без заболеваний печени в настоящее время и в анамнезе. Количество обследованных – 40. Возраст 37 ± 16,9. 23 женщины / 17 мужчин</p>	5,2 ± 1,3 [3,0 – 8,1] кПа	–
20	<p>Биопсия печени. Количество обследованных – 28</p>	Медиана 4,6 кПа	–

26	Биопсия печени. Количество обследованных – 12. Возраст 48,8±17,7. 6 женщин / 6 мужчин	6,4±2,2 [2,5–9,3] кПа	–
17	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, отсутствие злоупотребления алкоголем. Количество обследованных – 445. Возраст 41,1±13,6. 118 женщин / 332 мужчин	5,10±1,19 [2,0–7,9] кПа	ЖП выше у мужчин, чем у женщин (5,18±1,67 vs 4,86±1,24 кПа; P = 0,008). ЖП выше у лиц с высоким ИМТ (нормальный вес, избыточный вес и ожирение: 4,10±0,75, 5,08±0,66 и 6,05±1,28 кПа соответственно; P < 0,001). ЖП выше у лиц с метаболическим синдромом (5,63±1,37 vs 5,01±1,14 кПа; P = 0,001)
27	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных – 240. Возраст 0–18. 122 женщин / 118 мужчин	Медиана 7,4 кПа	Срединные значения (медиана) имеют выраженную возрастную зависимость: 4,40, 4,73 и 5,1 кПа у детей в возрасте 0–5, 6–11 и 12–18 лет (P = 0,001). У девочек / девушек 11 и 18 лет медиана ЖП значимо ниже, чем у мальчиков / юношей того же возраста (4,7 vs 5,6 кПа; P < 0,005)
28	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени. Количество обследованных – 437. Возраст 37±12. 156 женщин / 281 мужчин	5,4 [2,2–10,4] кПа	Здоровые лица с низким ИМТ (<18,5 кг/м ²) имели более высокую ЖП в сравнении с группами с нормальным ИМТ и ожирением (6,05±1,78 vs 5,51±1,59 и 6,60±1,21; P = 0,016 и 0,349 соответственно)
9	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных – 530. Возраст 37 (18–63). 389 женщин / 141 мужчина	4,1 [1,9–7,8] кПа	Отрицательная корреляция между возрастом и показателями ЖП (r = –0,168, p < 0,001). Показатели ЖП в возрастных группах ≤ 25, 26–35, 36–45, 46–55 и > 55 лет составили 4,2, 4,3, 4,0, 3,8 и 3,4 кПа соответственно (P = 0,001). Медиана показателей ЖП у мужчин была достоверно выше, чем у женщин (4,3 vs 4,0 кПа соответственно, P < 0,001)

Источник	Характеристика группы	Среднее (медиана), стандартное отклонение, диапазон	Комментарии
29	Биопсия печени. Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных – 50. Возраст 28,4±5,9. 16 женщин / 34 мужчины	4,3±1,2 [1,8–7,1] кПа	Сходные значения у мужчин и женщин (4,4±1,1 кПа vs 3,9±1,3 кПа). Показатели ЖП не коррелируют с возрастом. Показатели ЖП ниже при ИМТ <26 кг/м ² (4,0±1,1 кПа vs 4,6±1,2 кПа, P<0,05)
30	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных – 107. Возраст 11,2 (1,3–17,0). 53 женщины / 54 мужчины	3,9±0,9 кПа	–
31	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальное МРТ. Количество обследованных – 658. Возраст 47±11. 415 женщин / 243 мужчины	4,4±1,6 [2,8–7,4] кПа	Показатели ЖП были несколько выше при ИМТ ≤18,5 кг/м ² (4,8±1,5 кПа) и ИМТ в диапазоне 25,0–29,9 кг/м ² (5,3±2,2 кПа) по сравнению с ИМТ в диапазоне 18,5–24,9 кг/м ² (4,5±1,9 кПа), P=0,16

32	<p>Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина.</p> <p>Количество обследованных – 602.</p> <p>Возраст 42 (20 – 71).</p> <p>263 женщины / 339 мужчин</p>	<p>Медиана 4,4 [2,1 – 17,5] кПа</p>	<p>Мужской пол значительно ассоциирован с повышением ЖП при оценке с помощью линейного регрессионного анализа</p>
9	<p>Биопсия печени (БП) у 30 пациентов.</p> <p>Отсутствие фиброза (F0) по данным БП.</p> <p>Количество обследованных – 71.</p> <p>Возраст 29,1 ± 8,3.</p> <p>17 женщин / 54 мужчины</p>	<p>4,10 [3,70 – 4,70] кПа у пациентов с отсутствием фиброза (F0) по БП</p>	<p>–</p>
33	<p>Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени.</p> <p>Количество обследованных – 71.</p> <p>Возраст 34 (18 – 79).</p> <p>38 женщин / 33 мужчины</p>	<p>4,8 [2,5 – 6,9] кПа</p>	<p>Показатель ЖП значимо выше у мужчин по сравнению с женщинами (5,2 ± 0,7 vs 4,5 ± 1,0, P < 0,01).</p> <p>На показатель ЖП не оказывают влияния ИМТ, возраст и рост</p>
<i>Точечная эластография совиговой волны (УЗ-аппарат Acuson S2000, S3000, производитель Siemens, Германия)</i>			
29	<p>Без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина.</p> <p>Количество обследованных – 82.</p> <p>Возраст 34,5 ± 14,3.</p> <p>47 женщин / 29 мужчин</p>	<p>1,15 ± 0,21 м/с</p>	<p>Нет различий у мужчин и у женщин (1,16 ± 0,21 vs 1,14 ± 0,22 м/с, P = 0,67), а также в различных возрастных группах (P > 0,05)</p>
34	<p>Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина.</p> <p>Количество обследованных – 35.</p> <p>Возраст 34,7 (25 – 46).</p> <p>18 женщин / 17 мужчин</p>	<p>1,59 м/с [0,76 – 3,43]</p>	<p>–</p>

Источник	Характеристика группы	Среднее (медиана), стандартное отклонение, диапазон	Комментарии
35	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных – 20. Возраст 32 (26–47). 9 женщин / 11 мужчин	1,05 ± 0,24 м/с [0,71 – 1,71]	–
36	Здоровые добровольцы. Количество обследованных – 68. Средний возраст 28 лет	1,19 [0,77 – 1,63 м/с]	Возраст, пол, проба Вальсальвы, тип датчика (4С1 или 4V1), межреберный или субкостальный доступ к VIII сегменту печени не оказывали влияния на ССВ. Расстояние от кожи до области измерения значительно влияет на ССВ (P < 0,05)
18	Здоровые доноры печени с нормальными лабораторными печеночными пробами, без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных – 108. Возраст 35,5 ± 11,8. 50 женщин / 58 мужчин	1,07 ± 0,11 м/с [0,79 – 1,27]	Не выявлено значимых различий по полу, возрасту и ИМТ
37	Нормальные лабораторные печеночные пробы. Количество обследованных – 133	1,08 ± 0,15 м/с	–
11	Здоровые доноры печени с нормальными лабораторными печеночными пробами, без заболеваний печени в анамнезе. Количество обследованных – 50. Возраст 40,6 ± 12,5 лет 29 женщин / 21 мужчина	1,03 ± 0,17 м/с [0,86 – 1,20 м/с] и 1,01 ± 0,17 м/с [0,84 – 1,18 м/с]	Приведенные данные получены двумя независимыми операторами, осуществлявшими измерение на одном аппарате у одного и того же добровольца. Тип исследования – «слепой» метод

4	Здоровые лица. Количество обследованных — 50	1,28 ± 0,19 м/с в левой доле и 1,15 ± 0,17 м/с в правой доле, P < 0,001	—
38	Здоровые добровольцы. Количество обследованных — 24	1,15 м/с в правой доле и 1,41 м/с в левой доле	Нет данных по печеночным пробам, а также по возрасту и полу добровольцев
39	Здоровые добровольцы. Количество обследованных — 23. Средний возраст 37 ± 10 лет. 11 женщин / 12 мужчин	1,10 ± 0,17 м/с	Нет данных по печеночным пробам
40	Здоровые добровольцы. Количество обследованных — 137. Средний возраст 34 ± 11 лет. 40 женщин / 97 мужчин	1,19 ± 0,25 м/с	Нет значимых различий между мужчинами и женщинами (1,195 ± 0,25 и 1,199 ± 0,26 м/с, P = 0,939) и в различных возрастных группах (P > 0,05)
41	Нормальная УЗ-картина, отсутствие признаков стеатоза при КТ. Количество обследованных — 121. Возраст 58,0 ± 10,9 лет. 52 женщины / 59 мужчин	1,03 ± 0,12 м/с	—
16	Нормальные лабораторные печеночные пробы, без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 52. Возраст 37,52 (14 — 61). 8 женщин / 44 мужчины	1,2 м/с у поверхности правой доли и 1,05 м/с в глубине правой доли	—
15	Без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ картина. Количество обследованных — 202. Возраст 8,1 ± 4,7 лет. 110 девочек / 92 мальчика	1,12 ± 0,01 м/с	—

Источник	Характеристика группы	Среднее (медиана), стандартное отклонение, диапазон	Комментарии
42	Без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 10. Возраст 31 (27–40). 5 женщин / 5 мужчин	Сегмент III: $1,31 \pm 0,19$ м/с; сегменты V/VI: $1,12 \pm 0,22$ м/с; сегмент VII/VIII: $1,12 \pm 0,17$ м/с	—
<i>Точечная эластография свдвиговой волны (УЗ-аппарат iU elite, производитель Philips, Нидерланды)</i>			
43	Пациенты с вирусным гепатитом В, стадия F0 по результатам биопсии печени. Количество обследованных — 84	$4,62 \pm 1,52$ кПа	—
44	Без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 103	$1,08 \pm 0,12$ м/с	Нет данных о возрасте и половой принадлежности здоровых добровольцев
45	Без заболеваний печени в анамнезе, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 175. Возраст 19–70 лет. 125 женщин / 50 мужчин	$3,5 [2,4–6,2]$ кПа	ЖП выше на 8 % у мужчин, чем у женщин ($3,8 \pm 0,7$ кПа vs $3,5 \pm 0,4$ кПа, $P = 0,0168$). Нет различий по возрастным группам
23	Здоровые добровольцы. Количество обследованных — 69. Возраст $38,9 \pm 13,8$. 34 женщины / 35 мужчин	$3,5 [3,2–4,0]$ кПа	—
<i>Двухмерная эластография свдвиговой волны (УЗ-аппарат Aixplorer, производитель Supersonic Imagine, Франция)</i>			
23	Без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина, у некоторых нормальные лабораторные печеночные тесты. Количество обследованных — 82	$6 \pm 1,4$ кПа (медиана 5,7 кПа)	Значимо более высокие показатели ЖП у мужчин в сравнении с женщинами: $6,6 \pm 1,5$ кПа и $5,7 \pm 1,3$ кПа, $P = 0,01$. Более высокие, но не достоверные различия у лиц с ИМТ ≥ 25 кг/м ² и ИМТ < 25 кг/м ² : $6,5 \pm 1,5$ кПа и $5,8 \pm 1,3$ кПа соответственно, $P = 0,07$

32	Биопсия печени у потенциальных доноров печени. Количество обследованных – 196. Возраст 29,2±9,2. 66 женщин / 130 мужчин	[2,6 – 6,2] кПа	–
46	Здоровые добровольцы. Количество обследованных – 15	[4,0 – 7,5] кПа	–
47	Здоровые добровольцы. Количество обследованных – 42. Возраст 34,8. 13 женщин / 29 мужчин	[4,92 – 5,39] кПа (SD = 0,91)	–
2	Здоровые добровольцы. Количество обследованных – 15. Возраст 27 лет. 5 женщин / 10 мужчин	5,55 ± 0,74 кПа	Доступ через межреберные промежутки
13	Здоровые лица. Количество обследованных – 502. Возраст 37,9 лет. 310 женщин / 192 мужчины	5,10 ± 1,02 [2,4 – 8,7] кПа	ЖП выше у мужчин, чем у женщин (5,45 ± 1,02 кПа vs 4,89 ± 0,96 кПа, P < 0,001). Значимых различий в зависимости от размера региона интереса, возраста и ИМТ исследованных не выявлено (P > 0,05)
21	Разнородная группа из 540 пациентов с различными лабораторными, клиническими и эхографическими данными. Количество обследованных – 122	5,12 ± 1,46 кПа (группа I из 86 пациентов с нормальной эхоструктурой печени); 4,95 ± 1,40 кПа (группа II из 120 пациентов с нормальной эхоструктурой печени)	Минимальное необходимое количество измерений ЖП составляет 6. Надежность измерений ЖП оценивается по формуле межквартильный интервал / медиана измерений ЖП < 30 %

Источник	Характеристика группы	Среднее (медиана), стандартное отклонение, диапазон	Комментарии
3	Здоровые добровольцы без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 127. Возраст $37,72 \pm 9,11$ (17 — 63). 89 женщин / 38 мужчин	Средние значения ЖП: в правом заднем сегменте $4 \pm 2,2$ кПа, в правом переднем $3,3 \pm 2,1$ кПа, в левом медиальном $3,8 \pm 2,1$ и в левом латеральном $3,7 \pm 1,9$ кПа	Не обнаружено значимых различий значений ЖП у мужчин и женщин. Не выявлено корреляции между возрастом и показателями ЖП
48	Количество обследованных — 51. Возраст 0 — 15 лет. 26 девочек / 25 мальчиков	$6,53 \pm 1,38$ кПа	Значимых различий показателей ЖП у мальчиков и девочек, в правой и левой долях, при разных условиях дыхания выявлено не было
49	Без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 30. Возраст $36,1 \pm 14,7$. 14 женщин / 16 мужчин	$4,29$ кПа (средняя)	—
21	Доноры печени. Количество обследованных — 42. Возраст $34,3 \pm 12,7$ (16 — 61). 9 женщин / 33 мужчины	$4,56 \pm 1,44$ кПа	—
50	Без заболеваний печени в анамнезе или признаков заболеваний печени, нормальная УЗ-картина. Количество обследованных — 60. Возраст 18 — 60 лет	$4,6 \pm 1,9$ кПа	Представлены данные по измерениям ЖП в каждом сегменте обеих долей. Показатели ЖП в VIII сегменте достоверно больше ($P < 0,05$), чем в других сегментах



При анализе опубликованных данных видно, что показатели жесткости нормальной паренхимы, представляемые различными авторами, отличаются в зависимости от метода ЭСВ, использованной аппаратуры, антропометрических данных, пола и возраста. Такой разброс значений существенно затрудняет определение референсных границ нормальных значений измерений ЖП.

Следует также отметить, что нередко в научных работах приводится оценка результатов эластометрии без указания использованных нормативов для конкретного метода, типа аппарата, антропосоциологических данных, что не позволяет адекватно сопоставлять результаты с данными других исследований [26; 29].

Заключение

Эластография печени представляет собой идеальный неинвазивный метод оценки фиброза печени как для первичной диагностики, так и для динамического контроля при хронических заболеваниях печени. Эластографические исследования, осуществляемые на УЗ-аппаратуре, имеют преимущество в сочетании с серошкальным позиционированием зоны интереса, которое дает дополнительную информацию и уточняет условия для получения данных. Технологии ЭСВ являются быстрыми, безболезненными и обеспечивают немедленную полезную информацию.

Значения жесткости печени варьируют в зависимости от техники получения измерений и от используемой аппаратуры. Многие дополнительные параметры также имеют важное значение при интерпретации полученных данных. Эти обстоятельства диктуют необходимость дальнейших исследований для получения данных о нормальных значениях жесткости печени, а также о консолидации различных методов и техник эластографии для создания стандартизированной референсной базы.

Выводы

1. Нормальный диапазон показателей жесткости печени у здоровых лиц колеблется в широких пределах. При транзитной эластографии (FibroScan, Echosens) значения жесткости печени у здоровых могут колебаться в диапазоне 1,5–7,5 кПа, при точечной ЭСВ (iU Elite, Philips) – 2,4–6,2 кПа, при двухмерной ЭСВ (Aixplorer, Supersonic Imagine) – 2,6–6,2 кПа. Скорость сдвиговой волны (ССВ) в ткани печени при точечной ЭСВ (Acuson S2000, Siemens) в диапазоне 0,71–1,71 м/с. Приведенные данные измерений ЖП и ССВ у здоровых лиц не могут выступать референсной базой для определения границ нормы. Необходимо прийти к консенсусу по нормативным значениям измерений ЖП и ССВ в ткани печени.

2. Учитывая несовпадение результатов измерений ЖП на аппаратуре различных производителей, динамическое наблюдение за показателями ЖП у пациента целесообразно производить на одной и той же



аппаратуре, с использованием одного датчика, на глубине 2–5 см от капсулы печени и, желательнo, одним и тем же оператором. Необходимо соблюдать осторожность при использовании пороговых значений ССВ на различной аппаратуре, так как это влияет на оценку жесткости печени и, соответственно, степени фиброза. Требуется консолидация усилий научной общественности для выработки консенсуса по нормативным значениям жесткости печени.

Список литературы

1. Boursier J., Konaté A., Gorea G. et al. Reproducibility of liver stiffness measurement by ultrasonographic elastometry // Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2008. Vol. 6 (11). P. 1263–1269. doi: 10.1016/j.cgh.2008.07.006.
2. Hudson J.M., Milot L., Parry C. et al. Inter- and intra-operator reliability and repeatability of shear wave elastography in the liver: a study in healthy volunteers // Ultrasound Med. Biol. 2013. Vol. 39 (6). P. 950–955. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.
3. Arda K., Ciledag N., Aribas B.K. et al. Quantitative assessment of the elasticity values of liver with shear wave ultrasonographic elastography // Indian J. Med. Res. 2013. Vol. 137 (5). P. 911–915.
4. Bende F., Mulabecirovic A., Sporea I. et al. Assessing Liver Stiffness by 2-D Shear Wave Elastography in a Healthy Cohort // Ultrasound Med. Biol. 2018. Vol. 44 (2). P. 332–341. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2017.10.013.
5. D'Onofrio M., Gallotti A., Mucelli R.P. Tissue quantification with acoustic radiation force impulse imaging: Measurement repeatability and normal values in the healthy liver // Am. J. Roentgenol. 2010. Vol. 195 (1). P. 132–136. doi: 10.2214/AJR.09.3923.
6. Engelmann G., Gebhardt C., Wenning D. et al. Feasibility study and control values of transient elastography in healthy children // Eur. J. Pediatr. 2012. Vol. 171 (2). P. 353–360. doi: 10.1007/s00431-011-1558-7.
7. Ferraioli G., Lissandrin R., Zicchetti M., Filice C. Assessment of liver stiffness with transient elastography by using S and M probes in healthy children // Eur. J. Pediatr. 2012. Vol. 171 (9). P. 1415. doi: 10.1007/s00431-012-1777-6.
8. Fontanilla T., Canas T., Macia A. et al. Normal values of liver shear wave velocity in healthy children assessed by acoustic radiation force impulse imaging using a convex probe and a linear probe // Ultrasound Med. Biol. 2014. Vol. 40 (3). P. 470–477. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.10.024.
9. Fung J., Lai C.L., Chan S.C. et al. Correlation of liver stiffness and histological features in healthy persons and in patients with occult hepatitis B, chronic active hepatitis B, or hepatitis B cirrhosis // Am. J. Gastroenterol. 2010. Vol. 105 (5). P. 1116–1122. doi: 10.1038/ajg.2009.665.
10. Fung J., Lee C.K., Chan M. et al. Defining normal liver stiffness range in a normal healthy Chinese population without liver disease // PLOS One. 2013. Vol. 8 (12). P. e85067. doi: 10.1371/journal.pone.0085067.
11. Guzmán-Aroca F., Reus M., Berná-Serna J.D. et al. Reproducibility of shear wave velocity measurements by acoustic radiation force impulse imaging of the liver: a study in healthy volunteers // J. Ultrasound Med. 2011. Vol. 30 (7). P. 975–979.
12. Hanquinet S., Courvoisier D., Kanavaki A. et al. Acoustic radiation force impulse imaging-normal values of liver stiffness in healthy children // Pediatr. Radiol. 2013. Vol. 43 (5). P. 539–544. doi: 10.1007/s00247-012-2553-5.



13. Huang Z., Zheng J., Zeng J. et al. Normal liver stiffness in healthy adults assessed by real-time shear wave elastography and factors that influence this method // *Ultrasound Med. Biol.* 2014. Vol. 40 (11). P. 2549–2555. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2014.05.008.
14. Karlas T., Pfrepper C., Wiegand J. et al. Acoustic radiation force impulse imaging (ARFI) for non-invasive detection of liver fibrosis: examination standards and evaluation of interlobe differences in healthy subjects and chronic liver disease // *Scand. J. Gastroenterol.* 2011. Vol. 46 (12). P. 1458–1467. doi: 10.3109/00365521.2011.610004.
15. Kim K.M., Choi W.B., Park S.H. et al. Diagnosis of hepatic steatosis and fibrosis by transient elastography in asymptomatic healthy individuals: a prospective study of living related potential liver donors // *J. Gastroenterol.* 2007. Vol. 42 (5). P. 382–388. doi: 10.1007/s00535-007-2016-1.
16. Lee M.J., Kim M.J., Han K.H., Yoon C.S. Age-related changes in liver, kidney, and spleen stiffness in healthy children measured with acoustic radiation force impulse imaging // *Eur. J. Radiol.* 2013. Vol. 82 (6). P. 290–294. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.01.018.
17. Roulot D., Czernichow S., Le Clésiau H. et al. Liver stiffness values in apparently healthy subjects: influence of gender and metabolic syndrome // *J. Hepatol.* 2008. Vol. 48 (4). P. 606–613. doi: 10.1016/j.jhep.2007.11.020.
18. Raghuvanshi B., Jain N., Jain M. Normal values in healthy liver in central India by acoustic radiation force impulse imaging // *J. Clin. Diagn. Res.* 2013. Vol. 7 (11). P. 2498–2501. doi: 10.7860/JCDR/2013/7479.3589.
19. Рыхтик П.И., Рябова Е.Н., Шатохина И.В. и др. Возможности применения ARFI-эластографии при диагностике фиброза печени // *Медицинский альманах.* 2017. №1 (46). С. 62–65.
20. Son C.Y., Kim S.U., Han W.K. et al. Normal liver elasticity values using acoustic radiation force impulse imaging: a prospective study in healthy living liver and kidney donors // *J. Gastroenterol Hepatol.* 2012. Vol. 27 (1). P. 130–136. doi: 10.1111/j.1440-1746.2011.06814.x.
21. Yoon J., Lee J.M., Han J.K., Choi B.I. Shear wave elastography for liver stiffness measurement in clinical sonographic examinations evaluation of intraobserver reproducibility, technical failure, and unreliable stiffness measurements / *J. Ultrasound Med.* 2014. Vol. 33 (3). P. 437–447. doi: 10.7863/ultra.33.3.437.
22. Dong Y., Sirli R., Ferraioli G. et al. Shear wave elastography of the liver – review on normal values // *Z. Gastroenterol.* 2017. Vol. 55 (2). P. 153–166. doi: 10.1055/s-0042-117226.
23. Sirli R., Sporea I., Tudora A. et al. Transient elastographic evaluation of subjects without known hepatic pathology: does age change the liver stiffness? // *J. Gastrointestin. Liver Dis.* 2009. Vol. 18 (1). P. 57–60.
24. Şirli R., Bota S., Sporea I. et al. Liver stiffness measurements by means of supersonic shear imaging in patients without known liver pathology // *Ultrasound Med. Biol.* 2013. Vol. 39 (8). P. 1362–1367. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.03.021.
25. Sporea I., Sirli R., Deleanu A. et al. Liver stiffness measurement by transient elastography in clinical practice // *J. Gastrointestin Liver Dis.* 2008. Vol. 17 (4). P. 395–399.
26. Das K., Sarkar R., Ahmed S.M. et al. «Normal» liver stiffness measure (LSM) values are higher in both lean and obese individuals: a population-based study from a developing country // *Hepatology.* 2012. Vol. 55 (2). P. 584–593. doi: 10.1002/hep.24694.
27. Kumar M., Sharma P., Garg H. et al. Transient elastographic evaluation in adult subjects without overt liver disease: influence of alanine aminotransferase levels // *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2011. Vol. 26 (8). P. 1318–1325. doi: 10.1111/j.1440-1746.2011.06736.x.



28. Cho Y., Tokuhara D., Morikawa H. et al. Transient elastography-based liver profiles in a hospital-based pediatric population in Japan // PLOS One. 2015. Vol. 10 (9). P. e0137239 – e0137242.

29. Madhok R., Tapasvi C., Prasad U. et al. Acoustic radiation force impulse imaging of the liver: measurement of the normal mean values of the shearing wave velocity in a healthy liver // J. Clin. Diagn. Res. 2013. Vol. 7 (1). P. 39–42. doi: 10.7860/JCDR/2012/5070.2665.

30. Wong G.L., Chan H.L., Choi P.C. et al. Association between anthropometric parameters and measurements of liver stiffness by transient elastography // Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2013. Vol. 11 (3). P. 295–302. doi: 10.1016/j.cgh.2012.09.025.

31. Gallotti A., D'Onofrio M., Pozzi Mucelli R. Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) technique in ultrasound with Virtual Touch tissue quantification of the upper abdomen // Radiol. Med. 2010. Vol. 115 (6). P. 889–897. doi: 10.1007/s11547-010-0504-5.

32. Colombo S., Belloli L., Zaccanelli M. et al. Normal liver stiffness and its determinants in healthy blood donors // Dig. Liver. Dis. 2011. Vol. 43 (3). P. 231–236. doi: 10.1016/j.dld.2010.07.008.

33. Corpechot C., El Naggar A., Poupon R. Gender and liver: is the liver stiffness weaker in weaker sex? // Hepatology. 2006. Vol. 44 (2). P. 513–514. doi: 10.1002/hep.21306

34. Goertz R.S., Amann K., Heide R. et al. An abdominal and thyroid status with Acoustic Radiation Force Impulse Elastometry – a feasibility study: Acoustic Radiation Force Impulse Elastometry of human organs // Eur. J. Radiol. 2011. Vol. 80 (3). P. e226 – e230.

35. Horster S., Mandel P., Zchoval R., Clevert D.A. Comparing acoustic radiation force impulse imaging to transient elastography to assess liver stiffness in healthy volunteers with and without Valsalva manoeuvre // Clin. Hemorheol. Microcirc. 2010. Vol. 46 (2–3). P. 159–168. doi: 10.3233/CH-2010-1342.

36. Kim J.E., Lee J.Y., Kim Y.J. et al. Acoustic radiation force impulse elastography for chronic liver disease: comparison with ultrasound-based scores of experienced radiologists, Child-Pugh scores and liver function tests // Ultrasound Med. Biol. 2010. Vol. 36 (10). P. 1637–1643. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2010.07.016.

37. Toshima T., Shirabe K., Takeishi K. et al. New method for assessing liver fibrosis based on acoustic radiation force impulse: a special reference to the difference between right and left liver // J. Gastroenterol Hepatol. 2011. Vol. 46 (5). P. 705–711. doi: 10.1007/s00535-010-0365-7.

38. Rifai K., Cornberg J., Mederacke I. et al. Clinical feasibility of liver elastography by acoustic radiation force impulse imaging (ARFI) // Dig. Liver Dis. 2011. Vol. 43 (6). P. 491–497. doi: 10.1016/j.dld.2011.02.011.

39. Motosugi U., Ichikawa T., Niitsuma Y., Araki T. Acoustic radiation force impulse elastography of the liver: can fat deposition in the liver affect the measurement of liver stiffness? // Jpn. J. Radiol. 2011. Vol. 29. P. 639–643. doi: 10.1007/s11604-011-0607-5.

40. Yun M.H., Seo Y.S., Kang H.S. et al. The effect of the respiratory cycle on liver stiffness values as measured by transient elastography // J. Viral Hepat. 2011. Vol. 18 (9). P. 631–636. doi: 10.1111/j.1365-2893.2010.01376.x.

41. Jaffer O.S., Lung P.F., Bosanac D. et al. Acoustic radiation force impulse quantification: repeatability of measurements in selected liver segments and influence of age, body mass index and liver capsule-to-box distance // Br. J. Radiol. 2012. Vol. 85 (1018). P. e858 – e863. doi: 10.1259/bjr/74797353.

42. Sporea I., Bota S., Grădinaru-Tașcău O. et al. Comparative study between two point Shear Wave Elastographic techniques: Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) elastography and ElastPQ // Med. Ultrason. 2014. Vol. 16 (4). P. 309–314.



43. Феоктисова Е.В., Пыков М.И., Амосова А.А. и др. Применение ARFI-эластографии для оценки жесткости печени у детей различных возрастных групп // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. №6. С. 46–55.

44. Ling W., Lu Q., Quan J. et al. Assessment of impact factors on shear wave based liver stiffness measurement // Eur. J. Radiol. 2013. Vol. 82 (2). P. 335–341. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.10.004.

45. Ferraioli G., Tinelli C., Lissandrin R. et al. Point shear wave elastography method for assessing liver stiffness // World J. Gastroenterol. 2014. Vol. 20 (16). P. 4787–4796. doi: 10.3748/wjg.v20.i16.4787.

46. Muller M., Genisson J.L., Deffieux T. et al. Quantitative viscoelasticity mapping of human liver using supersonic shear imaging: preliminary in vivo feasibility study // Ultrasound Med. Biol. 2009. Vol. 35 (2). P. 219–229. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2008.08.018.

47. Ferraioli G., Tinelli C., Zicchetti M. et al. Reproducibility of real-time shear wave elastography in the evaluation of liver elasticity // Eur. J. Radiol. 2012. Vol. 81 (11). P. 3102–3106. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.05.030.

48. Franchi-Abella S., Corno L., Gonzales E. et al. Feasibility and diagnostic accuracy of supersonic shear-wave elastography for the assessment of liver stiffness and liver fibrosis in children: a pilot study of 96 patients // Radiology. 2016. Vol. 278 (2). P. 554–562. doi: 1148/radiol.2015142815.

49. Wang C.Z., Zheng J., Huang Z.P. et al. Influence of measurement depth on the stiffness assessment of healthy liver with real-time shear wave elastography // Ultrasound Med. Biol. 2014. Vol. 40 (3). P. 461–469. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.10.021.

50. Диомидова В.Н., Петрова О.В. Сравнительный анализ результатов эластографии сдвиговой волной и транзиентной эластографии в диагностике диффузных заболеваний печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. №5. С. 17–23.

Об авторах

Владимир Александрович Изранов — д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: Vlzranov@kantiana.ru

Наталья Владимировна Казанцева — канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

Ирина Андраниковна Степанян — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IAStepanyan@kantiana.ru

Мирослав Владимирович Мартинович — канд. техн. наук, доц., Новосибирский государственный технический университет, Россия.

E-mail: martinovich_m@mail.ru

Валентина Сергеевна Гордова — канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: VGordova@kantiana.ru

Валерий Иванович Бут-Гусаим — канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IBut-Gusaim@kantiana.ru



The authors

Prof. Vladimir A. Izranov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: VIzranov@kantiana.ru

Dr Natalia V. Kazantseva, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

Irina A. Stepanyan, Phd student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: IAStepanyan@kantiana.ru

Dr Miroslav V. Martinovich, Associate Professor, Novosibirsk State Technical University.
E-mail: martinovich_m@mail.ru

Dr Valentina S. Gordova, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.
E-mail: VGordova@kantiana.ru

Dr Valery I. But-Gusaim, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Medical Institute, Russia.
E-mail: IBut-Gusaim@kantiana.ru