

УДК 611.06

**В. А. Изранов, А. В. Ермаков, В. С. Гордова
А. В. Мартинович, И. А. Степанян, Н. В. Казанцева**

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМУЛЫ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛЮМЕТРИИ
НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ПЕЧЕНИ
(EX VIVO ИССЛЕДОВАНИЕ)**

39

Установлена оптимальная формула для вычисления объема печени на основе ее линейных размеров ex vivo. У 33 трупов методом вытеснения жидкости был определен объем печени и измерены линейные размеры печени. Сравнивались объемы печени, полученные с использованием пяти формул, включающих линейные измерения.

The authors aim to identify the most optimal formula for calculating the volume of liver based on its linear size ex vivo. The authors measured liver volume in thirty-three corpses by placing the liver in water and calculating the displaced volume of the liquid. Liver was measured in each case. The data were then compared with the ones obtained by using five different formulas comprising linear liver measurements.

Ключевые слова: размеры печени, объем печени, ультразвуковая волюметрия печени.

Key words: liver size, liver volume, ultrasound volumetry of the liver.

В клинической медицине часто возникает необходимость дать размеру органа, в частности объему, объективную количественную оценку. Объем печени — это важный параметр, который необходимо учитывать при постановке диагноза, назначении терапии, оценке качества жизни и прогнозировании исхода заболевания. Объективные методы вычисления объема печени в настоящее время предлагаются в КТ и МРТ технологиях визуализации [8; 9; 15; 19].

В ультразвуковой диагностике в настоящее время в протоколе исследования указывается не объем органа, а его линейные размеры, из-за чего значительно снижается диагностическая значимость метода [5; 6].

В современной литературе предложено множество формул [1; 2; 14; 18] вычисления стандартного объема печени, основанного на антропометрических данных, причем стандартный объем печени может варьироваться в зависимости от расово-этнических и территориально-географических факторов. Проведенный нами анализ различных формул вычисления стандартного объема печени показал, что формула А. Чоукера (A. Chouker) и соавторов [2; 14] является наиболее точной для применения в Калининградской области РФ. Однако стандартный объем не отражает вклада в объем печени конкретных размеров органа, поэтому может быть использован только в качестве референсного.



Ультразвуковое исследование органов брюшной полости позволяет определить следующие размеры печени: косой вертикальный размер правой доли печени (КВР), кранио-каудальный размер правой доли (ККПД), толщина правой доли (ТПД), толщина левой доли печени (ЛД), кранио-каудальный размер левой доли печени (ККЛД), ширину печени (ШП) [5].

На базе линейных размеров печени можно вычислить ее объем. В основном в волнометрических методах вычисления используются коэффициенты, полученные при помощи регрессионного анализа, а также произведение трех взаимно перпендикулярных размеров органа. При этом линейные размеры долей измеряются в см. Примеры таких формул представлены в таблице 1.

Таблица 1

Формулы определения объема печени на основании ее линейных размеров при ультразвуковом исследовании

Формула	Авторы	Источник
$133,2 + 0,422 \cdot \text{ККПД} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ШП}$	M. Zoli (1989)	[20]
$(\text{ККПД} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ШП} - 545) / 2320$	M. Patlas et al. (2001)	[18]
$(0,12 + \text{ККПД} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ШП}) / 2,55$	D. Glenn et al. (1997)	[17]
$320,86 + 0,317 \cdot \text{ККПД} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ШП}$	D. Elstein et al. (1997)	[16]
$345,71 + 0,84 \cdot \text{КВР} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ЛД}$	J. T. Childs et al. (2014–2016)	[12; 13]

Однако врачи ультразвуковой диагностики редко применяют эти формулы в связи с тем, что погрешность измерения ширины печени при ультразвуковом исследовании достаточно велика (ширина печени даже при нормальных размерах органа оказывается за пределами рабочей зоны монитора), а этот показатель входит в большинство формул. Не требующую получения поперечного размера печени формулу предлагает использовать для расчета объема печени Дж. Чайлдс (J. T. Childs) и соавторы [12; 13].

Целесообразно сопоставить результаты вычислений объема печени по формулам различных авторов с использованием значений линейных размеров органа, полученных *ex vivo*.

Цель исследования – выбрать оптимальную формулу для вычисления объема печени (*ex vivo*) на основе линейных размеров по формулам, предложенным для ультразвуковой волнометрии органа.

Материал и методы

Исследование проводилось в ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Калининградской области» на 33 трупах лиц (19 мужчин и 14 женщин в возрасте от 28 до 96 лет), причиной смерти которых были различные заболевания в соответствии с приказом Минздравсоцразвития РФ от 12 мая 2010 г. №346-н «Об утверждении порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации» [7]. Возраст умерших варьировался от 28 до 96 лет. Трупы исследовались по методу Г.В. Шора [7], который заключается в полной эвисцерации (извле-



чении внутренних органов) таким образом, что органы шеи, грудной и брюшной полостей, а также малого таза извлекают вместе. В дальнейшем органы не разделяют, а исследуют их комплексно, во взаимосвязи.

Объем печени *ex vivo* (см³) определяли методом измерения объема вытесненной жидкости, для чего печень после отсечения желчного пузыря и связочного аппарата помещали в емкость с водой.

Измерение линейных размеров печени (мм) осуществлялось *ex vivo* по технологиям, применяемым при ультразвуковой диагностике [3] с последующим вычислением объема (см³) по приведенным (табл. 1) формулам. Выполнялось два разреза в парасагитальной плоскости, рассекали правую и левую доли. Правую – на уровне наиболее выступающей точки диафрагмальной поверхности, левую – в непосредственной близости к серповидной связке.

Строго в горизонтальной плоскости по наиболее выступающим латеральным точкам обеих долей измеряли ширину печени.

Расчеты по всем формулам, вычисления средних значений, анализ различий результатов, полученных для разных формул, а также статистическую значимость различий рассчитывали с помощью программы Microsoft Office Excel. Различия считались статистически значимыми при значениях $p \leq 0,05$ [4].

Результаты

Линейные размеры печени, полученные *ex vivo*, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Линейные размеры печени умерших лиц

Лицо	Линейные размеры печени, см						
	КВР	ТПД	ККПД	ТЛД	ККЛД	ШП	КПР
1	255	110	252	51	152	240	270
2	170	94	170	48	137	195	161
3	197	92	197	55	220	324	185
4	176	66	170	53	101	205	225
5	232	78	162	52	112	220	251
6	247	98	145	57	118	244	257
7	274	92	194	61	155	265	303
8	228	82	161	56	126	221	233
9	305	102	207	64	165	263	332
10	297	92	165	59	134	292	313
11	211	52	155	37	98	208	224
12	273	122	210	64	162	231	304
13	238	77	137	54	115	233	249
14	352	112	221	69	192	302	371
15	293	82	185	39	112	275	304
16	289	104	166	57	134	286	292
17	275	102	140	57	103	262	284
18	155	115	173	49	119	235	261
19	233	70	142	46	132	227	265



Лицо	Линейные размеры печени, см						
	КВР	ТПД	ККПД	ТЛД	ККЛД	ШП	КПР
20	207	75	153	55	135	201	232
21	263	95	193	56	165	240	295
22	241	81	167	33	103	218	253
23	225	65	151	59	114	217	235
24	291	68	164	38	104	287	299
25	278	87	196	65	189	289	294
26	186	85	168	38	136	177	197
27	255	113	207	85	156	280	292
28	219	71	147	28	99	214	225
29	232	59	152	28	139	229	245
30	249	110	193	42	142	268	264
31	284	75	211	38	119	241	267
32	352	80	218	65	172	349	357
33	349	92	234	48	181	347	355

Линейные размеры печени из таблицы 2 для каждого случая были подставлены в пять соответствующих формул для определения объема печени. Полученные для каждой формулы значения сравнивали с объемом печени, определенным в результате посмертных измерений. Для каждого случая мы рассчитали соотношение объема печени, вычисленного по соответствующим формулам, к объему печени, определенному методом вытеснения воды. Полученные относительные величины приводятся в таблице 3.

Таблица 3

**Соотношение объема печени,
вычисленного по формулам ультразвуковой волуметрии, к объему печени,
определенному методом вытеснения воды**

Лицо	Объем печени, измеренный методом вытеснения воды, см ³	Сравнительное соотношение результатов по волуметрическим формулам определения объема печени с объемом печени, определенным методом вытеснения воды				
		D. Glenn et al. (1994)	M. Zoli et al. (1989)	M. Patlas et al. (2001)	D. Elstein et al. (1997)	J T. Childs et al. (2014, 2016)
1	1840	1,43	1,60	1,56	1,33	0,84
2	620	1,97	2,34	2,17	2,11	1,60
3	2000	1,15	1,31	1,27	1,09	0,59



Лицо	Объем печени, измеренный методом вытеснения воды, см ³	Сравнительное соотношение результатов по волюметрическим формулам определения объема печени с объемом печени, определенным методом вытеснения воды				
		D. Glenn et al. (1994)	M. Zoli et al. (1989)	M. Patlas et al. (2001)	D. Elstein et al. (1997)	J. T. Childs et al. (2014, 2016)
4	672	1,39	1,64	1,47	1,60	1,28
5	1180	1,32	1,11	1,02	1,34	0,96
6	1100	2,11	1,45	1,36	1,99	1,37
7	1650	1,59	1,29	1,24	1,48	0,99
8	950	1,71	1,44	1,32	1,72	1,29
9	1800	1,78	1,38	1,33	1,62	1,12
10	1425	2,20	1,41	1,34	2,00	1,19
11	690	1,30	1,22	1,05	1,51	1,00
12	2080	1,45	1,26	1,23	1,33	1,03
13	980	1,71	1,19	1,08	1,71	1,20
14	2475	1,89	1,33	1,30	1,65	1,06
15	1935	1,34	0,98	0,93	1,25	0,59
16	1980	1,70	1,12	1,07	1,54	0,90
17	1460	1,97	1,17	1,10	1,82	1,16
18	1577	1,04	1,34	1,28	1,05	0,68
19	1210	1,20	0,90	0,80	1,24	0,81
20	695	1,76	1,59	1,43	1,88	1,53
21	1490	1,58	1,34	1,27	1,49	1,02
22	1172	1,42	1,18	1,08	1,42	0,76
23	1011	1,23	1,02	0,91	1,31	1,06
24	1070	2,08	1,39	1,29	1,98	0,91
25	1660	1,65	1,33	1,28	1,53	1,00
26	800	1,37	1,50	1,36	1,51	1,06
27	1923	1,65	1,51	1,47	1,50	1,25
28	824	1,58	1,31	1,17	1,67	0,86
29	1562	0,79	0,64	0,57	0,84	0,43
30	1430	2,01	1,77	1,71	1,85	0,92
31	1530	1,32	1,14	1,07	1,27	0,67
32	1977	1,95	1,37	1,33	1,74	0,95
33	2300	1,90	1,43	1,40	1,68	0,71

Анализ таблицы 3 показывает, что объемы, полученные по формулам, в большинстве своем превышают реальные, за исключением метода Дж. Т. Чайлдс (J. T. Childs) и соавторов [10–13].

Для того чтобы сравнить результаты, полученные разными методами, мы рассчитали средние значения относительных величин полу-



ченных объемов, а также статистическую значимость различий средних величин между показателями объемов, рассчитанных по формулам, и показателем объемов печени, определенным с помощью метода вытеснения воды. Средние величины приводятся в таблице 4 со стандартным отклонением (σ).

Таблица 4

Сравнение точности различных методов определения объема печени

Показатель	Метод определения объема печени				
	D. Glenn et al. (1994)	M. Zoli et al. (1989)	M. Patlas et al. (2001)	D. Elstein et al. (1997)	J. T. Childs et al. (2014, 2016)
Среднее значение соотношения результатов по волюметрическим формулам определения объема печени (по авторам) с объемом печени, измеренным методом вытеснения воды	1,59±0,34	1,33±0,29	1,25±0,28	1,55±0,29	0,99±0,27
Статистическая значимость различий средних величин объема печени	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,005	p < 0,001	p = 0,135

44

Получилось, что в среднем объемы печени, вычисленные по методам Д. Гленна (D. Glenn) и соавторов [17] и Д. Элстейна (D. Elstein) и соавторов [16], отличаются от действительного в большую сторону – в $1,59 \pm 0,34$ и $1,55 \pm 0,29$ раза соответственно; по методам М. Золи (M. Zoli) и соавторов [20] и М. Патласа (M. Patlas) и соавторов [18] – в $1,33 \pm 0,29$ и $1,25 \pm 0,28$ раза соответственно.

В среднем объем печени, рассчитанный по формуле, рекомендованной Дж. Чайлдс и соавторами ($V = 345,71 + 0,84 \cdot \text{КВР} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ТЛД}$), практически не отличается от объема печени, определенного с помощью метода вытеснения воды, об этом же свидетельствует отсутствие статистической значимости различий (табл. 4). Следовательно, можно считать его самым точным из рассмотренных.

Поскольку переменные формулы Дж. Чайлдс и соавторов содержат линейные размеры печени, входящие в стандартный протокол ультразвукового исследования органов брюшной полости, мы считаем возможным внедрение данной формулы в распространенные автоматизированные рабочие места врачей ультразвуковой диагностики, что позволит сделать определение объема печени при ультразвуковом исследовании максимально объективным. Кроме того, процедура ультразвуковой волюметрии *in situ* благоприятно скажется на ранней диагностике заболеваний печени.

При этом, в качестве референсной оценки, мы рекомендуем использовать формулу А. Чоукера (A. Chouker) и соавторов [14].



Вывод

Для вычисления объема печени на основании линейных размеров органа оптимальной следует считать формулу Дж. Чайлдс и соавторов:

$$V = 345,71 + 0,84 \cdot \text{КВР} \cdot \text{ТПД} \cdot \text{ТЛД}.$$

Список литературы

1. Изранов В. А., Казанцева Н. В., Белецкая М. А. Измерение объема печени с помощью визуализационных методов различной модальности // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2017. №2. С. 73–91.
2. Изранов В. А., Казанцева Н. В., Мартинович М. В. и др. Оценка точности вычисления стандартного объема при ультразвуковой волюметрии печени // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2017. №3. С. 37–50.
3. Капустин С. В., Пиманов С. И., Паскалина С. Ультразвуковое исследование в таблицах и схемах. Витебск, 2005.
4. Медик В. А., Токмачёв М. С., Фишман Б. Б. Статистика в медицине и биологии. М., 2000. Т. 1 : Теоретическая статистика.
5. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / под ред. В. В. Митькова. М., 2013.
6. Практическая ультразвуковая диагностика: руководство для врачей : в 5 т. / под ред. Г. Е. Труфанова, В. В. Рязанова. М., 2016. Т. 1 : Ультразвуковая диагностика заболеваний органов брюшной полости.
7. Об утверждении Порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации: приказ Минздрава России от 12.05.2010 №346н // Нормативно-правовые документы для судебно-медицинских экспертов. URL: http://www.forens-med.ru/zakon/doc/mz/3_3_158.html (дата обращения: 08.09.2017).
8. Bora A., Alptekin C., Yavuz A., et al. Assessment of liver volume with computed tomography and comparison of findings with ultrasonography // Abdom. Imaging. 2014. Vol. 39. P. 1153–1161.
9. Borchert D., Schuler A., Muecher R. et al. Comparison of Panorama Ultrasonography, Conventional B-Mode Ultrasonography, and Computed Tomography for Measuring Liver Size // Ultrashall in Med. 2010. Vol. 31. P. 31–36.
10. Childs J. T., Esterman A., Thoires K. A. Ultrasound measurements of the liver: an intra and inter-rater reliability study // Australian journal of ultrasound in medicine. 2014. Vol. 17, №3. P. 113–119.
11. Childs J. T., Esterman A. J., Phillips M. et al. Methods of determining the size of the adult liver using 2D ultrasound: a systematic review of articles reporting liver measurement techniques // J. Diagn. Med. Sonogr. 2014. Vol. 30. P. 296–306.
12. Childs J. T., Esterman A. J., Thoires K. A., Turner R. C. Ultrasound in the assessment of hepatomegaly: A simple technique to determine an enlarged liver using reliable and valid measurements // Sonography. 2016. №3. P. 47–52.
13. Childs J. T., Esterman A. J., Thoires K. A. The development of a practical and uncomplicated predictive equation to determine liver volume from simple linear ultrasound measurements of the liver // Radiography. 2016. Vol. 22. P. 125–130.



14. Chouker A., Martignoni A., Martin Dugas M. et al. Estimation of Liver Size for Liver Transplantation: The Impact of Age and Gender // Liver Transplantation. 2004. Vol. 10, №5. P. 678 – 685.

15. D'Onofrio M., De Robertis R., Demozzi E. et al. Liver volumetry: Is imaging reliable? Personal experience and review of the literature // WJR. 2014. Vol. 6(4). P. 62 – 71.

16. Elstein D., Hadas-Halpern I., Azuri U. et al. Accuracy of ultrasonography in assessing spleen and liver size in patients with Gaucher disease: comparison to computed tomographic measurements // J. Ultrasound Med. 1997. Vol. 16(3). P. 209 – 211.

17. Glenn D., Thurston D., Garver P., Beutler E. Comparison of magnetic resonance imaging and ultrasound in evaluating liver size in Gaucher patients // Acta Haematol. 1994. Vol. 92(4). P. 187 – 189.

18. Patlas M., Hadas-Halpern I., Abrahamov A. et al. Spectrum of abdominal sonographic findings in 103 pediatric patients with Gaucher disease // EurRadiol. 2002. Vol. 12. P. 397 – 400.

19. Xiaoqi Lv, Yu Miao, Xiaoying Ren. The study and implementation of liver volume measuring method based on 3-dimensional reconstruction technology // Optik. 2015. Vol. 126. P. 1534 – 1539.

20. Zoli M., Pisi P., Marchesini G. et al. A rapid method for the in vivo measurement of liver volume // Liver. 1989. Vol. 9(3). P. 159 – 163.

Об авторах

Владимир Александрович Изранов – д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Калининград; врач ультразвуковой диагностики Клинико-диагностического центра Балтийского федерального университета им. И. Канта, Россия.

E-mail: Vlzranov@kantiana.ru

Андрей Владимирович Ермаков – канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: ermakovandrey2011@ya.ru

Валентина Сергеевна Гордова – канд. мед. наук, ассист., Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Россия.

E-mail: crataegi@rambler.ru

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

E-mail: martinovich_m@mail.ru

Ирина Андраниковна Степанян – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград; врач ультразвуковой диагностики Клинико-диагностического центра Балтийского федерального университета им. И. Канта, Россия.

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

Наталья Владимировна Казанцева – канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Россия.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru



The authors

Prof. Vladimir A. Izranov – Head of the Department of Fundamental Medicine, the Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: VIzranov@kantiana.ru

Dr. Andrey Ermakov – Associate Professor, the Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: ermakovandrey2011@ya.ru

Dr. Valentina S. Gordova – Associate Professor, the Department of Fundamental Medicine, the Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: crataegi@rambler.ru

Dr. Miroslav V. Martinovich – Associate Professor, the Department of Electronics and Electrical Engineering, Novosibirsk State Technical University, Russia.

E-mail: martinovich_m@mail.ru

Irina A. Stepanyan – Postgraduate Student, the Department of Fundamental Medicine, the Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

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

Dr. Natalia V. Kazantseva – Associate Professor, the Department of Fundamental Medicine, the Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru