



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

E-mail: martinovich\_m@mail.ru

Dr. Natalia V. Kazantseva, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

Irina A. Stepanyan, Lecturer, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

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

37

УДК 611.06

**В. А. Изранов, Н. В. Казанцева, М. В. Мартинович  
М. А. Белецкая, Н. А. Пономарев**

### **ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ СТАНДАРТНОГО ОБЪЕМА ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛЮМЕТРИИ ПЕЧЕНИ**

*Произведена оценка точности различных формул вычисления стандартного объема печени и выбор оптимальных формул для сопоставления с результатами волюметрии по простой в использовании формуле Дж. Т. Чайлдс. Материал и методы исследования – антропометрические данные, включая возраст, пол, вес, рост и вычисление площади поверхности тела, а также размеры печени у 36 здоровых добровольцев. У всех обследованных определен объем печени с помощью различных формул, учитывающих площадь поверхности тела или произведение трех размеров печени (косого вертикального размера правой доли, толщины правой доли и толщины левой доли печени). В качестве идеальной с точки зрения удобства применения в практической работе врача УЗИ и высокой точности результатов вычисления была выбрана формула Дж. Т. Чайлдс. Относительно этой формулы вычислялся процент отклонений результатов всех других формул. Обнаружено, что наиболее точной формулой вычисления стандартного объема печени является формула А. Чоукер, которая может быть рекомендована в качестве референсной оценки должествующего объема при УЗИ волюметрии печени по Дж. Т. Чайлдс.*

*This article estimates the accuracy of various formulas used to calculate the standard volume of the liver. The authors identify formulas most adequate for a comparison with volumetry results obtained using JT Childs's easy-to-use formula. The study employed the anthropometric data (age, sex, and weight) and the calculations of body height, body surface area (BSA), and liver sizes of 36 healthy volunteers. The volume of the liver was determined using different formulas that take into account either the body surface area or the product of the three dimensions of the liver (the oblique vertical size of the right lobe, the thickness of the right lobe, and the thickness of the left lobe). JT Childs's formula was chosen as producing the most accurate results and as the most adequate for the use by a practicing ultrasound specialist. The deviation*



*percentage of results obtained using the other formulas was calculated in relation to Childs's formula. It is concluded that the most accurate formula for calculating the standard volume of the liver is that proposed by A Chouker. The formula can be used for reference purposes when conducting ultrasound volumetry of the liver according to JT Childs.*

**Ключевые слова:** ультразвуковое исследование, сонография, размеры печени, измерение печени, увеличение печени, объем печени, гепатомегалия.

**Key words:** ultrasound, sonography, liver size, liver measurement, hepatomegaly, liver volume.

## Введение

Определение объема печени при ультразвуковом исследовании является перспективным и востребованным методом в связи с более точной диагностикой гепатомегалии, возможностью многократной динамической оценки в ходе наблюдения и лечения. Ранее ультразвуковая воллюметрия не имела широкого распространения из-за технических трудностей получения необходимых размеров, трудоемкости и временной затратности процедуры. С появлением методики Дж. Т. Чайлдс (J. T. Childs) и соавторов [3–6] определение объема печени стало возможным в ходе рутинного 2D-УЗИ. Клиническая оценка объема печени пациента возможна с позиций определения стандартного объема. Стандартный объем – это объем печени, который вычисляется на основе конституциональных особенностей и антропометрических данных у конкретного индивидуума, одновременно являясь достоверным отражением печеночных метаболических потребностей его организма. Понятие стандартного объема было сформулировано в 1990-е гг. в связи с развитием трансплантологии: это такой объем печени, который является оптимальным для прогнозирования метаболических потребностей индивида, основываясь на площади поверхности его тела [7; 13; 19].

Предложено значительное количество формул вычисления стандартного (долженствующего) объема печени на основании ростовесовых характеристик, а также пола и возраста. Согласно систематическому обзору, проведенному Дж. Т. Чайлдс и соавторами [4], все методы определения объема печени можно разделить на четыре большие группы: 1) послойное измерение объема печени; 2) измерение объема печени в соотношении с пропорциями тела; 3) репрезентативные измерения и 4) воллюметрические измерения.

Послойное измерение объема печени подразумевает любую технику измерения (КТ, МРТ), приводящую к оценке общего объема печени. Обычно производится серия продольных сканирований печени с интервалом 1 см. Контуры печени отображаются на компьютере, а специальная программа позволяет измерять объем каждого среза. Общий объем печени вычисляется путем суммирования объемов каждого среза. Надежность и валидность этого метода измерения объема печени широко отражена в литературе; коэффициент вариабельности резуль-



татов с помощью этого метода составляет 8 % при сравнении с методом определения объема печени, выделенной у трупов, путем вытеснения воды.

Измерение объема печени исходя из пропорций тела осуществляется относительно размеров тела (длины, массы тела, площади поверхности тела). Использование только одного показателя (например, массы тела) для расчета объема печени дает большой процент ошибки, потому что размеры тела не всегда точно отражают то, что происходит внутри печени.

Репрезентативные измерения – это такие измерения, которые не отражают истинный объем или размеры печени при оценке одного или более размеров. Эти техники фокусируются на отслеживании изменений размеров печени в динамике времени или на разработке нормальных референсных рангов при однократном измерении печени. Эти исследования предоставляют полуколичественные данные измерений печени путем определения только одного или двух размеров. Надежность и валидность репрезентативных техник представлена не в каждом исследовании. Репрезентативные техники легко выполнимы в клинических условиях и дают быструю полуколичественную оценку размеров печени, но они имеют ту же проблему, что и техники, вычисляющие объем печени исходя из пропорций тела: они полагаются на допущение, что достаточным и репрезентативным для целой печени может быть единственное измерение (показатель), что снижает возможность их применения.

С помощью воллометрических измерений определяют длину печени, высоту и толщину каждой доли для расчета печеночного воллометрического индекса. В некоторых из этих исследований затем используют математическую формулу для перевода продольного, косого и поперечного размеров печени в объем печени. Воллометрические техники измерения являются перспективными благодаря простоте и скорости их применения, хорошей воспроизводимости на современном оборудовании. Возможность переводить эти измерения в объем с использованием формул важное качество для клинических условий благодаря хорошей надежности и валидности. Использование нескольких измерений для расчета объема печени дает более точные результаты по сравнению с применением только 1–2 измерений, что приводит к полуколичественной оценке размеров печени [4].

Целью настоящего исследования является оценка точности различных формул вычисления стандартного объема печени и выбор оптимальных формул для сопоставления с результатами воллометрии по Дж. Т. Чайлдс [6].

### Задачи

1. Провести антропометрические исследования у здоровых добровольцев, вычислить площадь поверхности тела (ППТ), а также определить размеры печени с помощью 2D-УЗИ.



2. Вычислить объем печени с использованием волнометрического метода по Дж. Т. Чайлдс и стандартный объем печени с применением формул, учитывающих антропометрические показатели, размеры и площадь поверхности тела.

3. Сравнить результаты вычислений по разным формулам и вычислить отклонение результата каждой формулы от формулы волнометрии печени по Дж. Т. Чайлдс, выбранной в качестве образца.

## Материалы и методы

40

Получены антропометрические данные, включая возраст, пол, вес, рост, и вычислена площадь поверхности тела у 37 здоровых добровольцев. С помощью 2D-УЗИ оценены также косой вертикальный размер печени, толщина правой и левой долей печени.

Среди обследованных были 12 мужчин и 25 женщин. Средний возраст —  $20,7 \pm 4,3$  лет. Клиническими критериями исключения являлись острый, хронический гепатит и желтуха в анамнезе. Визуализационными критериями исключения — образования печени и кисты.

Методом ультразвуковой волнометрии по формуле Дж. Т. Чайлдс у всех обследованных определен объем печени:  $343,71 + 0,84 \cdot ABC$ , где ABC представляет собой произведение трех размеров печени (косого вертикального размера правой доли, толщины правой доли и толщины левой доли печени). Указанные размеры были получены при продольном сканировании по правой среднеключичной линии (косой вертикальный размер и толщина правой доли) и продольном сканировании по срединной линии тела (толщина левой доли). Измерения размеров осуществлялось конвексным датчиком в положении пациента лежа на спине с отведенными за голову руками. Передне-задние размеры (толщина правой доли и толщина левой доли) определялись при проведении между калиперами (курсорам) линий, строго параллельных краям экрана монитора.

Ультразвуковое исследование осуществлялось на сканере Sonoscape S6 с конвексным датчиком С343 с частотой 3,5 МГц. Глубина сканирования подбиралась в каждом случае таким образом, чтобы сечения печени в сагитальной (измерение толщина левой доли) и парасагитальной по среднеключичной линии плоскостях (измерение толщины и косого вертикального размера правой доли) полностью помещались на экране монитора.

Формула Дж. Т. Чайлдс была выбрана за основу сравнения в связи с удобством применения в практической работе врача УЗД и высокой точностью результатов вычисления.

На рисунке представлено изображение из оригинальной статьи Дж. Т. Чайлдс [6], демонстрирующее методику измерения печени.

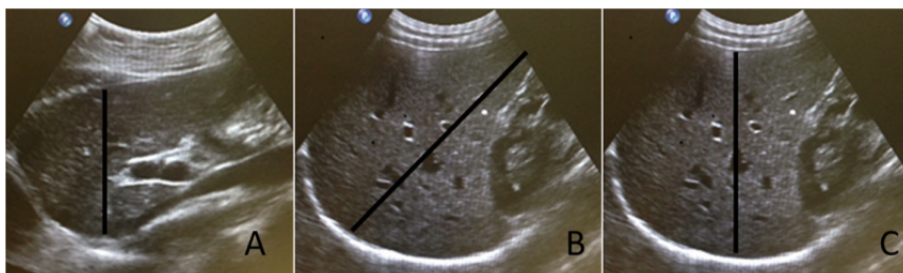


Рис. 1. Три линейных размера печени, использующихся для вычисления объема печени по Дж. Т. Чайлдс и соавторам [6]

## Результаты

Средний объем печени, вычисленный волюметрическим методом по формуле Дж. Т. Чайлдс, у обследованных составил  $1399 \pm 383$  (диапазон 876–2327) мл. Средний объем печени у мужчин –  $1768 \pm 392$  (1262–2327) мл, у женщин –  $1240 \pm 257$  (876–1788) мл. Средний рост обследованных –  $170 \pm 10$  (153–194) см, средний рост женщин –  $166 \pm 6,5$  (153–176) см, средний рост мужчин –  $178 \pm 9,4$  (164–194) см. Средний вес (масса тела) в группе составил  $63 \pm 13$  (43–97) кг, у мужчин –  $72 \pm 11$  (57–86) кг, у женщин –  $57 \pm 11,3$  (43–97) кг. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

### Результаты предварительных измерений и вычисления объема печени по формуле Дж. Т. Чайлдс

| Исследуемый | Рост, см | Вес, кг | Возраст, лет | Пол (муж./жен.) | Косой вертикальный размер, мм | Толщина правой доли печени, мм | Толщина левой доли печени, мм | Объем печени, см <sup>3</sup> |
|-------------|----------|---------|--------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1           | 153      | 43      | 19           | жен.            | 161                           | 102                            | 39                            | 877                           |
| 2           | 180      | 75      | 18           | муж.            | 156                           | 113                            | 62                            | 1262                          |
| 3           | 185      | 85      | 18           | муж.            | 175                           | 128                            | 71                            | 1679                          |
| 4           | 162      | 59      | 19           | жен.            | 168                           | 141                            | 63                            | 1594                          |
| 5           | 181      | 85      | 21           | муж.            | 177                           | 133                            | 68                            | 1699                          |
| 6           | 167      | 66      | 17           | муж.            | 181                           | 125                            | 71                            | 1689                          |
| 7           | 166      | 57      | 18           | муж.            | 143                           | 108                            | 75                            | 1327                          |
| 8           | 175      | 76      | 18           | жен.            | 154                           | 121                            | 41                            | 984                           |
| 9           | 157      | 55      | 19           | жен.            | 145                           | 107                            | 47                            | 955                           |
| 10          | 168      | 51      | 19           | жен.            | 144                           | 112                            | 57                            | 1115                          |
| 11          | 157      | 59      | 24           | жен.            | 125                           | 103                            | 60                            | 995                           |
| 12          | 167      | 62      | 18           | жен.            | 161                           | 119                            | 68                            | 1433                          |



Окончание табл. 1

| Исследуемый            | Рост, см | Вес, кг | Возраст, лет | Пол (муж./жен.)        | Косой вертикальный размер, мм | Толщина правой доли печени, мм | Толщина левой доли печени, мм | Объем печени, см <sup>3</sup> |
|------------------------|----------|---------|--------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 13                     | 161      | 56      | 19           | жен.                   | 130                           | 111                            | 65                            | 1130                          |
| 14                     | 175      | 53      | 19           | жен.                   | 167                           | 114                            | 46                            | 1083                          |
| 15                     | 169      | 75      | 18           | жен.                   | 182                           | 139                            | 64                            | 1711                          |
| 16                     | 165      | 53      | 18           | жен.                   | 160                           | 108                            | 56                            | 1160                          |
| 17                     | 183      | 83      | 23           | муж.                   | 173                           | 139                            | 47                            | 1292                          |
| 18                     | 168      | 62      | 19           | жен.                   | 164                           | 137                            | 61                            | 1489                          |
| 19                     | 167      | 53      | 19           | жен.                   | 152                           | 104                            | 50                            | 1010                          |
| 20                     | 180      | 59      | 19           | муж.                   | 162                           | 127                            | 72                            | 1593                          |
| 21                     | 167      | 48      | 20           | жен.                   | 154                           | 111                            | 69                            | 1335                          |
| 22                     | 183      | 79      | 37           | муж.                   | 166                           | 140                            | 98                            | 2248                          |
| 23                     | 185      | 86      | 27           | муж.                   | 167                           | 139                            | 87                            | 2034                          |
| 24                     | 168      | 59      | 18           | жен.                   | 146                           | 118                            | 74                            | 1417                          |
| 25                     | 194      | 72      | 18           | муж.                   | 190                           | 129                            | 93                            | 2256                          |
| 26                     | 173      | 72      | 28           | муж.                   | 182                           | 149                            | 87                            | 2327                          |
| 27                     | 162      | 53      | 19           | жен.                   | 164                           | 119                            | 49                            | 1146                          |
| 28                     | 168      | 46      | 18           | жен.                   | 142                           | 101                            | 65                            | 1124                          |
| 29                     | 164      | 51      | 19           | жен.                   | 155                           | 106                            | 55                            | 1110                          |
| 30                     | 169      | 62      | 25           | жен.                   | 158                           | 117                            | 56                            | 1212                          |
| 31                     | 173      | 54      | 19           | жен.                   | 159                           | 126                            | 71                            | 1547                          |
| 32                     | 169      | 56      | 20           | жен.                   | 152                           | 112                            | 53                            | 1106                          |
| 33                     | 156      | 46      | 18           | жен.                   | 130                           | 97                             | 50                            | 876                           |
| 34                     | 164      | 58      | 19           | муж.                   | 160                           | 119                            | 62                            | 1336                          |
| 35                     | 171      | 54      | 22           | жен.                   | 148                           | 192                            | 48                            | 1488                          |
| 36                     | 154      | 54      | 19           | жен.                   | 166                           | 124                            | 56                            | 1321                          |
| 37                     | 176      | 97      | 19           | жен.                   | 176                           | 141                            | 70                            | 1788                          |
| Среднее значение       | 170      | 63      | 20           | жен. = 25<br>муж. = 11 | 159                           | 122                            | 63                            | 1399                          |
| Стандартное отклонение | 10       | 13      | 4            | —                      | 15                            | 18                             | 14                            | 383                           |
| Max                    | 194      | 97      | 37           | —                      | 190                           | 192                            | 98                            | 2327                          |
| Min                    | 153      | 43      | 17           | —                      | 125                           | 97                             | 39                            | 876                           |

Далее для сравнения с волюметрическим методом вычисления объема печени [6] у всех обследованных был определен стандартный объем печени с помощью 14 формул, опубликованных в [7–20], с использованием антропометрических данных (табл. 2).



Таблица 2

**Результаты вычисления стандартного объема печени с помощью разных формул с использованием антропометрических данных**

| Исследуемый | Lin X. Z. e. a., 1998 | Urata K. e. a., 1995 | Poovathumkad-Pumathamcadavil A. e. a., 2010 | Johnson T.N e. a., 2005 | DeLand F.H., North W.A., 1968 | Yu H. C. e. a., 2004 | Hashimoto T. e. a., 2006 | Noda T. e. a., 1997 | Fu-Gui L. e. a., 2009 | Yoshizumi T. e. a., 2003 | Vauthey J.N. e. a., 2002 | Heinemann A. e. a., 1999 | Patlas M. e. a., 2002 | Chouker A. e. a., 2004 |
|-------------|-----------------------|----------------------|---|-------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1           | 975                   | 965                  | 1083  | 1035                    | 1170                          | 1051                 | 905                      | 942                 | 829                   | 1052                     | 933                      | 1117                     | 920                   | 989                    |
| 2           | 1709                  | 1373                 | 1474  | 1619                    | 1760                          | 1636                 | 1461                     | 1452                | 1196                  | 1499                     | 1666                     | 1737                     | 1603                  | 1676                   |
| 3           | 1898                  | 1479                 | 1598  | 1781                    | 1913                          | 1806                 | 1606                     | 1603                | 1312                  | 1614                     | 1856                     | 1898                     | 1819                  | 1841                   |
| 4           | 1281                  | 1150                 | 1281  | 1290                    | 1437                          | 1344                 | 1157                     | 1209                | 1015                  | 1254                     | 1264                     | 1397                     | 1267                  | 1253                   |
| 5           | 1843                  | 1455                 | 1598  | 1744                    | 1878                          | 1797                 | 1572                     | 1603                | 1312                  | 1588                     | 1812                     | 1861                     | 1819                  | 1841                   |
| 6           | 1427                  | 1229                 | 1361  | 1405                    | 1552                          | 1461                 | 1265                     | 1311                | 1090                  | 1341                     | 1407                     | 1518                     | 1406                  | 1526                   |
| 7           | 1308                  | 1151                 | 1251  | 1292                    | 1439                          | 1310                 | 1159                     | 1169                | 987                   | 1256                     | 1267                     | 1399                     | 1213                  | 1378                   |
| 8           | 1657                  | 1354                 | 1487  | 1590                    | 1732                          | 1643                 | 1435                     | 1469                | 1209                  | 1478                     | 1631                     | 1708                     | 1626                  | 1528                   |
| 9           | 1159                  | 1085                 | 1224  | 1199                    | 1343                          | 1256                 | 1068                     | 1133                | 961                   | 1183                     | 1148                     | 1298                     | 1166                  | 1177                   |
| 10          | 1265                  | 1109                 | 1181  | 1234                    | 1379                          | 1215                 | 1102                     | 1076                | 921                   | 1210                     | 1192                     | 1336                     | 1091                  | 1119                   |
| 11          | 1218                  | 1124                 | 1279  | 1254                    | 1400                          | 1332                 | 1122                     | 1206                | 1013                  | 1226                     | 1218                     | 1358                     | 1263                  | 1250                   |
| 12          | 1382                  | 1200                 | 1316  | 1362                    | 1509                          | 1400                 | 1225                     | 1253                | 1048                  | 1309                     | 1354                     | 1473                     | 1327                  | 1299                   |
| 13          | 1235                  | 1120                 | 1242  | 1248                    | 1394                          | 1289                 | 1116                     | 1158                | 978                   | 1222                     | 1211                     | 1352                     | 1198                  | 1201                   |
| 14          | 1381                  | 1162                 | 1205  | 1308                    | 1455                          | 1262                 | 1174                     | 1109                | 944                   | 1268                     | 1287                     | 1416                     | 1134                  | 1152                   |
| 15          | 1561                  | 1310                 | 1475  | 1524                    | 1669                          | 1613                 | 1375                     | 1454                | 1197                  | 1429                     | 1552                     | 1641                     | 1605                  | 1512                   |
| 16          | 1249                  | 1112                 | 1203  | 1237                    | 1382                          | 1242                 | 1105                     | 1106                | 942                   | 1213                     | 1196                     | 1340                     | 1130                  | 1149                   |
| 17          | 1845                  | 1452                 | 1573  | 1739                    | 1873                          | 1770                 | 1568                     | 1574                | 1289                  | 1584                     | 1806                     | 1856                     | 1776                  | 1808                   |
| 18          | 1395                  | 1205                 | 1316  | 1369                    | 1517                          | 1402                 | 1232                     | 1253                | 1048                  | 1314                     | 1363                     | 1481                     | 1327                  | 1299                   |
| 19          | 1277                  | 1123                 | 1205  | 1253                    | 1399                          | 1249                 | 1121                     | 1109                | 944                   | 1225                     | 1217                     | 1357                     | 1134                  | 1152                   |
| 20          | 1518                  | 1241                 | 1279  | 1422                    | 1569                          | 1374                 | 1281                     | 1206                | 1013                  | 1354                     | 1429                     | 1536                     | 1263                  | 1416                   |
| 21          | 1211                  | 1075                 | 1144  | 1185                    | 1329                          | 1160                 | 1055                     | 1027                | 886                   | 1172                     | 1130                     | 1283                     | 1027                  | 1070                   |
| 22          | 1797                  | 1422                 | 1524  | 1692                    | 1830                          | 1707                 | 1527                     | 1514                | 1243                  | 1552                     | 1752                     | 1810                     | 1691                  | 1743                   |
| 23          | 1901                  | 1483                 | 1610  | 1786                    | 1918                          | 1820                 | 1610                     | 1618                | 1324                  | 1618                     | 1862                     | 1903                     | 1840                  | 1857                   |
| 24          | 1362                  | 1181                 | 1279  | 1335                    | 1482                          | 1352                 | 1199                     | 1206                | 1013                  | 1288                     | 1320                     | 1444                     | 1263                  | 1250                   |
| 25          | 1856                  | 1426                 | 1438  | 1699                    | 1836                          | 1616                 | 1533                     | 1408                | 1163                  | 1556                     | 1760                     | 1817                     | 1541                  | 1628                   |
| 26          | 1583                  | 1312                 | 1438  | 1527                    | 1672                          | 1575                 | 1378                     | 1408                | 1163                  | 1432                     | 1556                     | 1644                     | 1603                  | 1628                   |
| 27          | 1212                  | 1099                 | 1205  | 1219                    | 1364                          | 1240                 | 1088                     | 1109                | 944                   | 1199                     | 1173                     | 1320                     | 1819                  | 1152                   |
| 28          | 1206                  | 1062                 | 1120  | 1168                    | 1311                          | 1127                 | 1038                     | 993                 | 863                   | 1159                     | 1108                     | 1265                     | 1267                  | 1038                   |
| 29          | 1214                  | 1091                 | 1181  | 1207                    | 1352                          | 1209                 | 1077                     | 1076                | 921                   | 1190                     | 1159                     | 1308                     | 1819                  | 1119                   |
| 30          | 1411                  | 1211                 | 1316  | 1378                    | 1526                          | 1404                 | 1240                     | 1253                | 1048                  | 1321                     | 1374                     | 1490                     | 1406                  | 1299                   |
| 31          | 1367                  | 1162                 | 1218  | 1307                    | 1454                          | 1276                 | 1173                     | 1125                | 955                   | 1267                     | 1286                     | 1415                     | 1213                  | 1168                   |
| 32          | 1339                  | 1160                 | 1242  | 1305                    | 1452                          | 1303                 | 1171                     | 1158                | 978                   | 1265                     | 1283                     | 1413                     | 1626                  | 1201                   |
| 33          | 1050                  | 1007                 | 1120  | 1092                    | 1231                          | 1109                 | 963                      | 993                 | 863                   | 1098                     | 1008                     | 1180                     | 1166                  | 1038                   |
| 34          | 1298                  | 1152                 | 1267  | 1294                    | 1440                          | 1328                 | 1160                     | 1190                | 1001                  | 1257                     | 1268                     | 1401                     | 1091                  | 1400                   |
| 35          | 1341                  | 1152                 | 1218  | 1293                    | 1440                          | 1273                 | 1160                     | 1125                | 955                   | 1257                     | 1268                     | 1400                     | 1263                  | 1168                   |
| 36          | 1120                  | 1068                 | 1218  | 1175                    | 1319                          | 1243                 | 1045                     | 1125                | 955                   | 1165                     | 1117                     | 1273                     | 1327                  | 1168                   |
| 37          | 1922                  | 1508                 | 1745  | 1826                    | 1954                          | 1967                 | 1644                     | 1777                | 1450                  | 1646                     | 1907                     | 1941                     | 1198                  | 1871                   |
| M           | 1426                  | 1215                 | 1322  | 1389                    | 1532                          | 1410                 | 1246                     | 1257                | 1053                  | 1326                     | 1382                     | 1497                     | 1385                  | 1361                   |
| CO          | 263                   | 147                  | 163   | 216                     | 213                           | 231                  | 201                      | 206                 | 153                   | 161                      | 265                      | 224                      | 265                   | 269                    |

M – среднее арифметическое; CO – стандартное отклонение.



Вычислены средние значения стандартного объема печени по каждой формуле. Наименьшие значения были получены по формуле Л. Фу-Гуй и соавторов (L. Fu-Gui et al.) [9] ( $1053 \pm 153$  мл), в то время как самые высокие значения – по формуле Ф.Х. Де Ланда и В.А. Норта (F.H. DeLand, W.A. North) [8] ( $1532 \pm 213$  мл).

Определен процент отклонения результата стандартного объема печени (СОП), вычисленного по каждой формуле на основании антропометрических данных, в сопоставлении с формулой Дж.Т. Чайлдс. Обнаружено, что процент отклонения значений СОП варьируется свыше 35 % по сравнению с формулой Дж. Т. Чайлдс: с недооценкой на -21,3 % по формуле Л. Фу-Гуй [9] до завышения на 14,3 % по формуле Ф.Х. Де Ланда и В.А. Норта [8] (табл. 3).

Таблица 3

**Процент отклонения стандартного объема печени, вычисленного по различным формулам, относительно стандартного объема печени по Дж. Т. Чайлдс**

| Обследуемый | Patlas M. e.a., 2002 | Lin X.Z. e.a., 1998 | Urata K. e.a., 1995 | Pumathamcadavi I.A. e.a., 2010 | Johnson T.N e.a., 2005 | Chouker A. e.a., 2004 | DeLand F.H., North W.A., 1968 | Yu H. C. e.a., 2004 | Hashimoto T. e.a., 2006 | Noda T. e.a., 1997 | Fu-Gui L. e.a., 2009i | Yoshizumi T. e.a., 2003 | Vauthey J.N. e.a., 2002 | Heinemann A. e.a., 1999 |
|-------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1           | 5                    | 11                  | 10                  | 24                             | 18                     | 13                    | 34                            | 20                  | 3                       | 8                  | -5                    | 20                      | 7                       | 28                      |
| 2           | 27                   | 35                  | 9                   | 17                             | 28                     | 33                    | 39                            | 30                  | 16                      | 15                 | -5                    | 19                      | 32                      | 38                      |
| 3           | 8                    | 13                  | -12                 | -5                             | 6                      | 10                    | 14                            | 8                   | -4                      | -4                 | -22                   | -4                      | 11                      | 13                      |
| 4           | -21                  | -20                 | -28                 | -20                            | -19                    | -21                   | -10                           | -16                 | -27                     | -24                | -36                   | -21                     | -21                     | -12                     |
| 5           | 7                    | 8                   | -14                 | -6                             | 3                      | 8                     | 11                            | 6                   | -7                      | -6                 | -23                   | -7                      | 7                       | 10                      |
| 6           | -17                  | -16                 | -17                 | -19                            | -17                    | -10                   | -8                            | -14                 | -25                     | -22                | -35                   | -21                     | -17                     | -10                     |
| 7           | -9                   | -1                  | -13                 | -6                             | -3                     | 4                     | 8                             | -1                  | -13                     | -12                | -26                   | -5                      | -5                      | 5                       |
| 8           | 65                   | 68                  | 38                  | 51                             | 62                     | 55                    | 76                            | 67                  | 46                      | 49                 | 23                    | 50                      | 66                      | 74                      |
| 9           | 22                   | 21                  | 14                  | 28                             | 25                     | 23                    | 41                            | 31                  | 12                      | 19                 | 1                     | 24                      | 20                      | 36                      |
| 10          | -2                   | 13                  | -1                  | 6                              | 11                     | 0                     | 24                            | 9                   | -1                      | -3                 | -17                   | 9                       | 7                       | 20                      |
| 11          | 27                   | 22                  | 13                  | 29                             | 26                     | 26                    | 41                            | 34                  | 13                      | 21                 | 2                     | 23                      | 22                      | 36                      |
| 12          | -7                   | -4                  | -16                 | -8                             | -5                     | -9                    | 5                             | -2                  | -15                     | -13                | -27                   | -9                      | -6                      | 3                       |
| 13          | 6                    | 9                   | -1                  | 10                             | 10                     | 6                     | 23                            | 14                  | -1                      | 2                  | -13                   | 8                       | 7                       | 20                      |
| 14          | 5                    | 28                  | 7                   | 11                             | 21                     | 6                     | 34                            | 17                  | 8                       | 2                  | -13                   | 17                      | 19                      | 31                      |
| 15          | -6                   | -9                  | -23                 | -14                            | -11                    | -12                   | -2                            | -6                  | -20                     | -15                | -30                   | -16                     | -9                      | -4                      |
| 16          | -3                   | 8                   | -4                  | 4                              | 7                      | -1                    | 19                            | 7                   | -5                      | -5                 | -19                   | 5                       | 3                       | 15                      |
| 17          | 37                   | 43                  | 12                  | 22                             | 35                     | 40                    | 45                            | 37                  | 21                      | 22                 | 0                     | 23                      | 40                      | 44                      |
| 18          | -11                  | -6                  | -19                 | -12                            | -8                     | -13                   | 2                             | -6                  | -17                     | -16                | -30                   | -12                     | -8                      | -1                      |
| 19          | 12                   | 26                  | 11                  | 19                             | 24                     | 14                    | 39                            | 24                  | 11                      | 10                 | -7                    | 21                      | 21                      | 34                      |
| 20          | -21                  | -5                  | -22                 | -20                            | -11                    | -11                   | -1                            | -14                 | -20                     | -24                | -36                   | -15                     | -10                     | -4                      |
| 21          | -23                  | -9                  | -19                 | -14                            | -11                    | -20                   | 0                             | -13                 | -21                     | -23                | -34                   | -12                     | -15                     | -4                      |
| 22          | -25                  | -20                 | -37                 | -32                            | -25                    | -22                   | -19                           | -24                 | -32                     | -33                | -45                   | -31                     | -22                     | -19                     |
| 23          | -10                  | -7                  | -27                 | -21                            | -12                    | -9                    | -6                            | -11                 | -21                     | -20                | -35                   | -20                     | -8                      | -6                      |
| 24          | -11                  | -4                  | -17                 | -10                            | -6                     | -12                   | 5                             | -5                  | -15                     | -15                | -28                   | -9                      | -7                      | 2                       |
| 25          | -32                  | -18                 | -37                 | -36                            | -25                    | -28                   | -19                           | -28                 | -32                     | -38                | -48                   | -31                     | -22                     | -19                     |
| 26          | -34                  | -32                 | -44                 | -38                            | -34                    | -30                   | -28                           | -32                 | -41                     | -39                | -50                   | -38                     | -33                     | -29                     |





| Обследуемый | Patlas M. e.a., 2002 | Lin X.Z. e.a., 1998 | Urata K. e.a., 1995 | Pumathamkadavi I.A. e.a., 2010 | Johnson T.N. e.a., 2005 | Chouker A. e.a., 2004 | DeLand F.H., North W.A., 1968 | Yu H.C. e.a., 2004 | Hashimoto T. e.a., 2006 | Noda T. e.a., 1997 | Fu-Gui L. e.a., 2009i | Yoshizumi T. e.a., 2003 | Vauthey J.N. e.a., 2002 | Heinemann A. e.a., 1999 |
|-------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 27          | -1                   | 6                   | -4                  | 5                              | 6                       | 1                     | 19                            | 8                  | -5                      | -3                 | 018                   | 5                       | 2                       | 15                      |
| 28          | -12                  | 7                   | -5                  | 0                              | 4                       | -8                    | 17                            | 0                  | -8                      | -12                | -23                   | 3                       | -1                      | 12                      |
| 29          | -2                   | 9                   | -2                  | 6                              | 9                       | 1                     | 22                            | 9                  | -3                      | -3                 | -17                   | 7                       | 4                       | 18                      |
| 30          | 9                    | 16                  | 0                   | 9                              | 14                      | 7                     | 26                            | 16                 | 2                       | 3                  | -14                   | 9                       | 13                      | 23                      |
| 31          | -25                  | -12                 | -25                 | -21                            | -15                     | -24                   | -6                            | -18                | -24                     | -27                | -38                   | -18                     | -17                     | -9                      |
| 32          | 8                    | 21                  | 5                   | 12                             | 18                      | 9                     | 31                            | 18                 | 6                       | 5                  | -12                   | 14                      | 16                      | 28                      |
| 33          | 12                   | 20                  | 15                  | 28                             | 25                      | 18                    | 41                            | 27                 | 10                      | 13                 | -1                    | 25                      | 15                      | 35                      |
| 34          | -7                   | -3                  | -14                 | -5                             | -3                      | 5                     | 8                             | -1                 | -13                     | -11                | -25                   | -6                      | -5                      | 5                       |
| 35          | -22                  | -10                 | -23                 | -18                            | -13                     | -21                   | -3                            | 14                 | -22                     | -24                | -36                   | -16                     | -15                     | -6                      |
| 36          | -13                  | -15                 | -19                 | -8                             | -11                     | -12                   | 0                             | -6                 | -21                     | -15                | -28                   | -12                     | -15                     | -4                      |
| 37          | 16                   | 7                   | -16                 | -2                             | 2                       | 5                     | 9                             | 10                 | -8                      | -1                 | -19                   | -8                      | 7                       | 9                       |
| M           | -1,2                 | 5,6                 | -9,1                | -0,9                           | 3,4                     | 0,6                   | 14,3                          | 4,9                | -7,4                    | -6,5               | -21,3                 | -0,8                    | 2,2                     | 11,5                    |
| CO          | 20,4                 | 19,9                | 17,6                | 19,9                           | 19,6                    | 19,1                  | 21,8                          | 20,5               | 17,5                    | 18,5               | 15,6                  | 19,2                    | 19,5                    | 21,1                    |

M – среднее арифметическое; CO – стандартное отклонение.

Наиболее близкие значения предсказанного (стандартного) объема к вычисленному объему печени по Дж. Т. Чайлдс получены по формулам Т. Йошизуми (T. Yoshizumi) [20] (-0,8%), А. Пуватумкадавила (A. Poovathumkadavil) и соавт. [17] (-0,9%) и А. Чоукера (A. Chouker) [7] (0,6%). Указанные формулы могут быть рекомендованы в качестве референсной оценки должнствующего объема при ультразвуковой воллометрии печени по Дж. Т. Чайлдс.

### Обсуждение

Понятие «стандартный объем печени» широко вошло в научную литературу благодаря публикации К. Урата (K. Urata) и соавторов [19]. Стандартный объем можно охарактеризовать как должнствующий объем печени, обусловленный метаболическими запросами организма пациента на основании его конституционально-антропометрических характеристик. Стандартный объем является вычисляемой величиной. Его вычисляют на основании таких антропометрических показателей, как рост и вес, а также их производных – индекса массы тела и площади поверхности тела. В формулах некоторых авторов учитывается также пол и возраст пациента. Ультразвуковая воллометрия тоже связана с определением объема печени, но на основании размерных характеристик самого органа. Получить адекватные референсные значения для выявления объема печени, вычисленного по результатам ультразвуковой воллометрии, не просто. Это требует оценки многотысячной выборки обследованных – как здоровых добровольцев, так и пациентов с различными патологиями. При этом для адекватного установления объема необходимо учитывать конституцию пациента. Известно, что конституция как совокупность индивидуально-типологических осо-



бенностей индивидуума наиболее отчетливо проявляется в молодом возрасте, а затем характерные конституциональные признаки стираются за счет приобретения избыточной массы тела, хронических заболеваний и т.д. С учетом указанного получить адекватные референсные значения для результатов ультразвуковой воллометрии весьма проблематично. В то же время именно объем органа, а не линейные размеры отражают его истинную величину. В ультразвуковой диагностике это общепринятый факт, относящийся и к таким органам, как щитовидная железа, предстательная железа, яичники, яички [1]. Ультразвуковая воллометрия печени до сих пор широко не применяется в клинико-диагностической практике из-за трудоемкости и значительной продолжительности процедуры и отсутствия адекватных референсных значений. С появлением новой формулы Дж. Т. Чайлдс [3–6] проведение процедуры ультразвуковой воллометрии не требует дополнительных затрат времени и специального обучения специалиста, так как в этой формуле используются лишь три линейных размера, измерение которых входит в стандартный объем измерений органа при ультразвуковом исследовании [2].

Что касается референсных значений для оценки результатов ультразвуковой воллометрии печени, то стандартный объем может служить критерием адекватности объема антропометрическим, половым и возрастным особенностям пациента. В современной научной литературе предложено значительное количество формул вычисления стандартного объема (табл. 4), что обусловлено стремлением исследователей найти оптимальную формулу, учитывающую этно-территориальные особенности популяции [16].

Таблица 4

## Формулы расчета стандартного объема печени

| Автор                            | Формула   |
|----------------------------------|---|
| Chouker A. et al., 2004          | $16,434 (\text{вес}) + 11,85 \cdot (\text{возрастной фактор}^*) - 166 \cdot (\text{половой фактор}^{**}) + 452$ |
| DeLand F.H., North W.A., 1968    | $1020 (\text{ППТ}^{***}) - 220$   |
| Fu-Gui L. et al., 2009           | $11,508 (\text{вес}) + 334,024$   |
| Hashimoto T. et al., 2006        | $961,3 (\text{ППТ}) - 404,8$  |
| Heinemann A. et al., 1999        | $1072,8 (\text{ППТ}) - 345,7$   |
| Johnson T.N et al., 2005         | $1000 (0,72\sqrt{\text{ППТ}} + 0,171)^3$  |
| Lin X.Z. et al., 1998            | $13 (\text{рост}) + 12 (\text{вес}) - 1530$   |
| Noda T et al., 1997              | $50,12 \cdot (\text{вес})^{0,78}$   |
| Patlas M. et al., 2002           | $0,24 (\text{вес})$   |
| Poovathumkadavil A. et al., 2010 | $12,26 (\text{вес}) + 555,65$   |
| Urata K. et al., 1995            | $706,2 (\text{ППТ}) + 2,4$  |
| Vauthey J.N. et al., 2002        | $1267,28 \cdot \text{ППТ} - 794,41$   |
| Yoshizumi T. et al., 2003        | $772 (\text{ППТ})$  |
| Yu H.C. et al., 2004             | $21,585 \cdot (\text{вес})^{0,732} \cdot (\text{рост})^{0,225}$   |

\* Возрастной фактор: < 40 лет = 1; 41 – 60 лет = 2, и >60 лет = 3.

\*\* Половой фактор: муж. – 0, жен. – 1. \*\*\*ППТ – площадь поверхности тела.



Мы поставили своей задачей из множества формул вычисления стандартного объема найти наиболее адекватную для применения в условиях Калининградской области, имеющую наименьшие различия с результатами ультразвуковой воллометрии печени здоровых людей.

### Выводы

1. Средний возраст обследуемых составил  $20 \pm 4$  года, средний рост —  $1,70 \pm 10$  м, средний вес тела —  $63 \pm 13$  кг; средний объем печени по Дж. Т. Чайлдс —  $1399 \pm 383$  см<sup>3</sup>.

2. Стандартный объем печени, вычисленный по разным формулам, колебался в значительных пределах — от  $1053 \pm 153$  мл по формуле Л. Фу-Гуй [9], до  $1532 \pm 213$  мл (по формуле Ф.Х. Де Ланда и В.А. Норта [8]).

3. Наиболее точной формулой вычисления стандартного объема печени является формула А. Чоукер, которая может быть рекомендована в качестве референсной оценки должествующего объема при ультразвуковой воллометрии печени по Дж. Т. Чайлдс.

### Список литературы

1. *Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика* / под ред. В.В. Митькова. М., 2011.

2. *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.

3. 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.

4. 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.

5. 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. Vol. 3. P. 47–52.

6. 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.

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

8. DeLand F. H., North W. A. Relationship between liver size and body size // Radiology. 1968. Vol. 91(6). P. 1195–1198.

9. Fu-Gui L., Lu-Nan Y., Bo L. et al. Estimation of standard liver volume in Chinese adult living donors // Transplant Proc. 2009. Vol. 41. P. 4052–4056.

10. Hashimoto T., Sugawara Y., Tamura S. et al. Estimation of standard liver volume in Japanese living liver donors // Journal of Gastroenterology and Hepatology. 2006. Vol. 21. P. 1710–1713.



11. *Heinemann A., Wischhusen F., Puschel K. et al.* Standard Liver Volume in the Caucasian Population // *Liver Transplantation and Surgery*. 1999. Vol. 5 (5). P. 366–368.
12. *Johnson T.N., Tucker G.T., Tanner M.S. et al.* Changes in Liver Volume from Birth to Adulthood: A Meta-Analysis // *Liver Transplantation*. 2005. Vol. 12, №11 (December). P. 1481–1493.
13. *Lin X.Z., Sun Y.N., Liu Y.H. et al.* Liver volume in patients with or without chronic liver diseases // *Hepatogastroenterology*. 1998. Vol. 45(22). P. 1069–1074.
14. *Noda T., Todani T., Watanabe Y., Yamamoto S.* Liver volume in children measured by computed tomography // *Pediatr Radiol*. 1997. Vol. 27. P. 250–252.
15. *Patlas M., Hadas-Halpern I., Abrahamov A. et al.* Spectrum of abdominal sonographic findings in 103 pediatric patients with Gaucher disease // *Eur Radiol*. 2002. Vol. 12. P. 397–400.
16. *Pomposelli J.J., Tongyoo A., Wald C. et al.* Variability of Standard Liver Volume Estimation Versus Software-Assisted Total Liver Volume Measurement // *Liver transplantation*. 2012. Vol. 18. P. 1083–1092.
17. *Poovathumkadavil A., Leung K.F., Al Ghamdi H.M. et al.* Standard formula for liver volume in Middle Eastern Arabic adults // *Transplant. Proc.* 2010. Vol. 42. P. 3600–3605.
18. *Vauthey J.N., Abdalla E.K., Doherty D.A. et al.* Body surface area and body weight predict total liver volume in Western adults // *Liver Transpl.* 2002. Vol. 8 (3). P. 233–240.
19. *Urata K., Kawasaki S., Matsunami H. et al.* Calculation of child and adult standard liver volume for liver transplantation // *Hepatology*. 1995. Vol. 21(5). P. 1317–1321.
20. *Yoshizumi T., Gondolesi G.E., Bodian C.A. et al.* A simple new formula to assess liver weight // *Transplant Proc.* 2003. Vol. 35. P. 1415–1420.
21. *Yu H.C., You H., Lee H. et al.* Estimation of standard liver volume for liver transplantation in the Korean population // *Liver Transpl.* 2004. Vol. 10. P. 779–783.

#### Об авторах

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

E-mail: [VIzranov@kantiana.ru](mailto:VIzranov@kantiana.ru)

Наталья Владимировна Казанцева – канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: [NKazantseva@kantiana.ru](mailto:NKazantseva@kantiana.ru)

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

E-mail: [martinovich\\_m@mail.ru](mailto:martinovich_m@mail.ru)

Мария Андреевна Белецкая – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: [mariyabel@bk.ru](mailto:mariyabel@bk.ru)

Никита Андреевич Пономарев – студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: [amazing.classck@mail.ru](mailto:amazing.classck@mail.ru)



### **About the authors**

Prof. Vladimir A. Izranov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [VIzranov@kantiana.ru](mailto:VIzranov@kantiana.ru)

Dr. Natalia V. Kazantseva, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [NKazantseva@kantiana.ru](mailto:NKazantseva@kantiana.ru)

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

E-mail: [martinovich\\_m@mail.ru](mailto:martinovich_m@mail.ru)

Maria A. Beletskaya, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [mariyabel@bk.ru](mailto:mariyabel@bk.ru)

Nikita A. Ponomaryov, Undergraduate Student, Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: [amazing.classck@mail.ru](mailto:amazing.classck@mail.ru)