

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1114>

Оценка влияния формы печени на точность определения ее объема и диагностику гепатомегалии при компьютерной томографии

© Аллиуа Э.Л.^{1*}, Громов А.И.¹, Кульберг Н.С.²

¹ ФГБОУ ВО "Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова" Минздрава России; 127473 Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр.1, Российская Федерация

² Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской Академии наук; 119333 Москва, ул. Вавилова, д.44, корп. 2, Российская Федерация

Цель исследования: определить влияние форм печени на точность суждения об объеме органа и оценку гепатомегалии при КТ; разработать подходы к повышению точности расчетов применительно для различных форм печени.

Материал и методы. В основе работы лежит анализ результатов 603 КТ-исследований органов брюшной полости, размещенных в радиологических информационных системах города Москвы. Проведено измерение шести размеров печени: поперечного, вертикального и переднезаднего размеров правой и левой долей. С помощью автоматической сегментации, выполненной в специальных программных обеспечениях систем IntelliSpace Portal (Philips) и Synapse 3D (Fuji), вычислен максимально приближенный к истинному объем печени. Это позволило провести математический анализ для получения различных формул вычисления объема печени в зависимости от ее формы. Проведена сравнительная оценка чувствительности и специфичности разработанных формул со стандартной, не учитывающей форму печени, в отношении диагностики гепатомегалии.

Результаты. В ходе исследования выделены четыре наиболее часто встречающихся типа форм печени, для каждого из которых на основании математических подходов разработаны формулы вычисления объема органа. Сравнительный анализ этих формул с ранее разработанной нами стандартной показал, что среднеквадратичная погрешность уменьшается при использовании формулы для определенного типа формы печени. Однако чувствительность и специфичность диагностики гепатомегалии при дифференцированном подходе не меняются при сравнении со стандартной формулой.

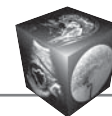
Выводы. Существующее различие в формах печени у пациентов не оказывает существенного влияния на подходы к определению объема органа и установлению факта гепатомегалии при КТ, поэтому в практической работе можно использовать стандартную формулу определения объема печени: $V = (ВПД + ТПД)^3 / 21$, где ВПД – вертикальный размер (высота) правой доли, ТПД – переднезадний (толщина) размер правой доли.

Ключевые слова: форма печени, объем печени, размер печени, гепатомегалия, компьютерная томография, формулы

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Аллиуа Э.Л., Громов А.И., Кульберг Н.С. Оценка влияния формы печени на точность определения ее объема и диагностику гепатомегалии при компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2022; 26 (1): 130–139. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1114>

Поступила в редакцию: 20.12.2021. **Принята к печати:** 04.02.2022. **Опубликована online:** 10.03.2022.



Assessment of the influence of the liver shape on the accuracy of volume measurement and diagnosis of hepatomegaly using computed tomography

© Emel L. Alliu^{1*}, Alexander I. Gromov¹, Nikolay S. Kulberg²

¹ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; 20/1, Delegatskaya str., Moscow 127473, Russian Federation

² Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences; 44-2, Vavilova str., Moscow 119333, Russian Federation

The aim of the study is to determine the influence of liver shapes on the accuracy of estimating the organ volume and assessment of hepatomegaly on CT. To develop approaches to improve the accuracy of calculations for various forms of liver.

Material and methods. The work is based on the analysis of the results of 603 abdominal CT examinations available in the radiological information systems of the city of Moscow. Six dimensions of the liver were measured: transverse, vertical and anteroposterior dimensions of the right and left lobes. Using automatic segmentation, performed in special software systems IntelliSpace Portal (Philips) and Synapse 3D (Fuji), the maximum close to the true liver volume was calculated. This made it possible to carry out a mathematical analysis to obtain various formulas for calculating the liver volume, depending on its shape. A comparative assessment of the sensitivity and specificity of the developed formulas and the standard one, which does not take into account the shape of the liver, was carried out in relation to the diagnosis of hepatomegaly.

Results. During the study, the four most common types of liver forms were identified, for each of which, based on mathematical approaches, formulas for calculating the organ volume were developed. Comparative analysis of these formulas and the previously developed by us standard one showed that the root-mean-square error decreases using the formula for a certain type of liver shape. However, the sensitivity and specificity of the diagnosis of hepatomegaly in the differential approach do not change compared with the standard formula.

Conclusion. The existing difference in the forms of the patients' liver does not significantly affect the approaches to determine the organ volume and establishing the fact of hepatomegaly during CT. Therefore, the standard formula for determining liver can be used in clinical practice: $V = (HRL + TRL)^3 / 21$, (V – volume, HRL – high of right lobe, TRL – thickness of right lobe).

Keywords: liver shape, liver volume, liver size, hepatomegaly, computed tomography, formulas

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Alliu E.L., Gromov A.I., Kulberg N.S. Assessment of the influence of the liver shape on the accuracy of volume measurement and diagnosis of hepatomegaly using computed tomography. *Medical Visualization*. 2022; 26 (1): 130–139. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1114>

Received: 20.12.2021.

Accepted for publication: 04.02.2022.

Published online: 10.03.2022.

Введение

Наиболее достоверным показателем, характеризующим размеры печени, является объем органа [1–3]. Знание объема печени имеет важное значение в диагностике гепатомегалии, динамическом наблюдении и лечении различных заболеваний, а также при планировании хирургических вмешательств [4–7]. Существует мнение, что методики оценки размеров и объема печени во многих случаях имеют низкую точность из-за существующих значительных различий форм печени у людей [3, 8, 9].

Данные литературы, касающиеся изучения форм печени, не систематизированы и отражены только в ряде работ [10–12]. Вопрос о форме органа интересовал многих исследователей:

Н. Elias и J. Scherrick (1969), Б.А. Недбай (1967), Б.Г. Кузнецов, В.Б. Свердлов (1966) [10]. Наиболее распространенной является классификацией форм печени, предложенная В.С. Шапкиным (1969): 1) широкая печень, когда продольный размер ее почти равен или незначительно превышает поперечный; 2) длинная печень "седлообразной формы", имеющая сравнительно большую левую долю; 3) печень треугольной формы, правая доля которой имеет языкообразной формы отросток; 4) печень неправильной формы, когда имеются большие перетяжки между долями, значительное выстояние или западение долей или сегментов [10]. Представленные сведения свидетельствуют о том, что общепринятой классификации форм печени не существует.

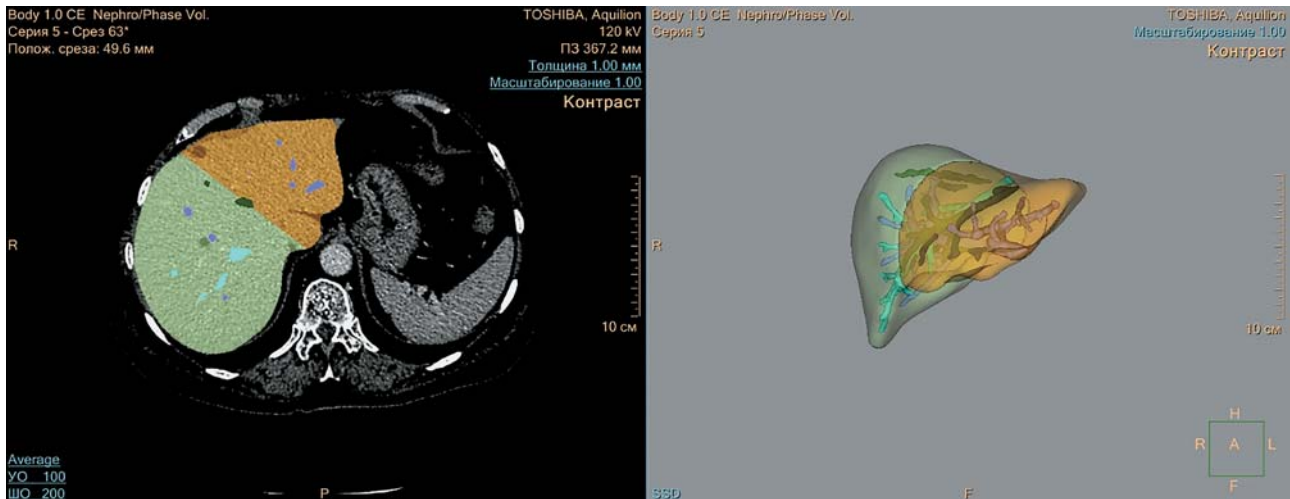
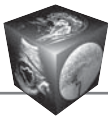


Рис. 1. Построение трехмерного изображения печени с ее сегментацией и определением объема в мультимодальной станции Philips. Объем печени составил 1283,7 мл.

Fig. 1. Construction of a three-dimensional image of the liver with its segmentation and determination of volume in a Philips multimodal station. The liver volume was 1283.7 ml.

Нередко при различных формах печени отмечаются значительные отклонения размеров ее долей от нормативных [11]. Так, печень треугольной формы имеет более высокие значения вертикального размера правой доли, а печень «седлообразной формы» – более высокие значения поперечного размера левой доли.

Большое разнообразие форм печени может привести к ложной информации при оценке объема печени [3]. Сложная геометрическая форма органа должна, естественно, влиять на соотношение линейных размеров и объем. Для проверки этой гипотезы мы провели специальное исследование, которое заключается в определении влияния формы печени на точность оценки объема органа при компьютерной томографии (КТ).

Цель исследования

Определить влияние форм печени на точность суждения об объеме органа и оценку гепатомегалии при КТ; разработать подходы к повышению точности расчетов применительно для различных форм печени.

Материал и методы

В период с 2017 по 2018 г. ретроспективно проанализированы результаты 603 КТ-исследований органов брюшной полости, размещенных в радиологических информационных системах города Москвы (ДЗМ – 408 исследований, МЕДСИ – 195 исследований). Среди обследованных были 231 мужчина и 372 женщины в возрасте от 19 до 94 лет (средний возраст 58 лет).

При анализе КТ-изображений проводились оценка формы печени и измерение шести ее размеров: вертикального, переднезаднего и поперечного размеров правой и левой долей печени.

Следующим этапом вычисляли объем печени с помощью специальных программных обеспечений в мультимодальных станциях IntelliSpace Portal (Philips, 408 наблюдений) и Synapse 3D (Fuji, 195 наблюдений), куда импортировались серии изображений портальной фазы контрастирования и выполнялось построение 3D-реконструкций органа (рис. 1). Это позволило получить максимально приближенный к истинному объем печени, что предоставило возможность провести математический анализ для получения различных формул вычисления объема печени в зависимости от ее формы.

Для разработки формул вычисления объема печени применена аппроксимация кубического корня из объема по методу наименьших квадратов. Для оценки чувствительности и специфичности диагностики гепатомегалии на основании разработанных формул использован ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic) с построением ROC-кривых и оценкой площади под ними (Area Under Curve, AUC).

Проведена сравнительная оценка среднеквадратичной погрешности, площади под ROC-кривой (AUC), показателей чувствительности и специфичности диагностики гепатомегалии при использовании формул для I–IV типов печени и общей (стандартной) формулы, не учитывающей форму печени.

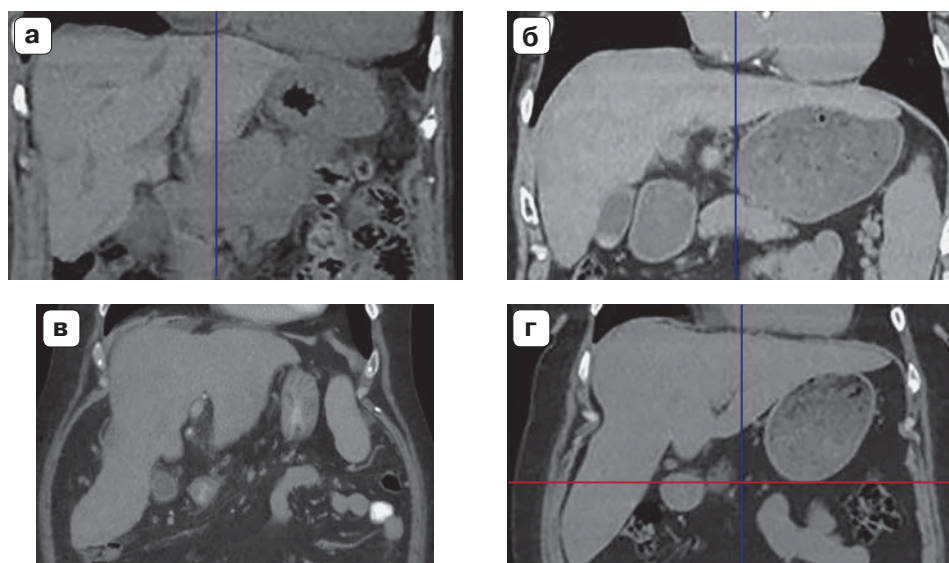
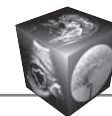


Рис. 2. Типы формы печени. **а** – I тип – обычные размеры правой и левой долей; **б** – II тип – обычная правая доля и удлинённая левая; **в** – III тип – удлинённая правая доля и обычная левая; **г** – IV тип – удлинённая правая доля и удлинённая левая.

Fig. 2. Types of liver shape. **a** – I type – the usual sizes of the right and left lobes; **б** – II type – normal right lobe and lengthened left; **в** – III type – lengthened right lobe and normal left; **г** – IV type – lengthened right lobe and lengthened left.

Результаты

Проанализировав 603 КТ-изображения печени, нами выделено четыре часто встречающихся типа печени, отличающихся по соотношению линейных параметров правой и левой долей печени: I тип – печень с обычными размерами правой и левой долей; II тип – с обычной правой и удлинённой левой долями; III тип – с удлинённой правой и обычной левой долями; IV тип – с удлинёнными правой и левой долями (рис. 2).

Суждение о варианте правой доли печени (обычная, удлинённая) основывалось на оценке краниокаудального размера. При его значении до 15,5 см правая доля считалась обычной, более 15,5 см – удлинённой. Левая доля печени оценивалась визуально.

Наиболее часто встречающимися формами оказались печень с удлинённой правой и обычной левой долями (III тип) и печень с обычными размерами долей (I тип), которые составили 36,6% ($n = 221$) и 34% ($n = 205$) соответственно. В 19,4% случаев установлен IV тип печени с удлинёнными правой и левой долями ($n = 117$). Реже встречался II тип печени – 10% ($n = 60$).

Для определения отношения печени к тому или иному типу из всех применяемых размеров правой и левой долей рационально оценивать два ее размера, которые естественным образом влияют на степень их удлинённости: для правой доли – вертикальный размер, для левой – поперечный размер. Значения этих размеров представлены в табл. 1.

Таблица 1. Различия в значениях некоторых линейных размеров и объема в зависимости от типа формы печени
Table 1. Difference in the values of some linear dimensions and volume depending on the type of liver shape

Тип печени Type of the liver	Вертикальный размер правой доли, см Vertical size of the right lobe, cm	Поперечный размер левой доли, см Transverse size of the left lobe, cm	Среднее значение объема печени, мл Mean values of liver volume, ml
I	12,3–15,5	5,6–10,5	1350 ± 259
II	12,0–15,5	10,6–17,0	1518 ± 412
III	15,6–23,6	5,2–10,5	1679 ± 397
IV	15,7–23,3	10,6–18,3	1908 ± 544

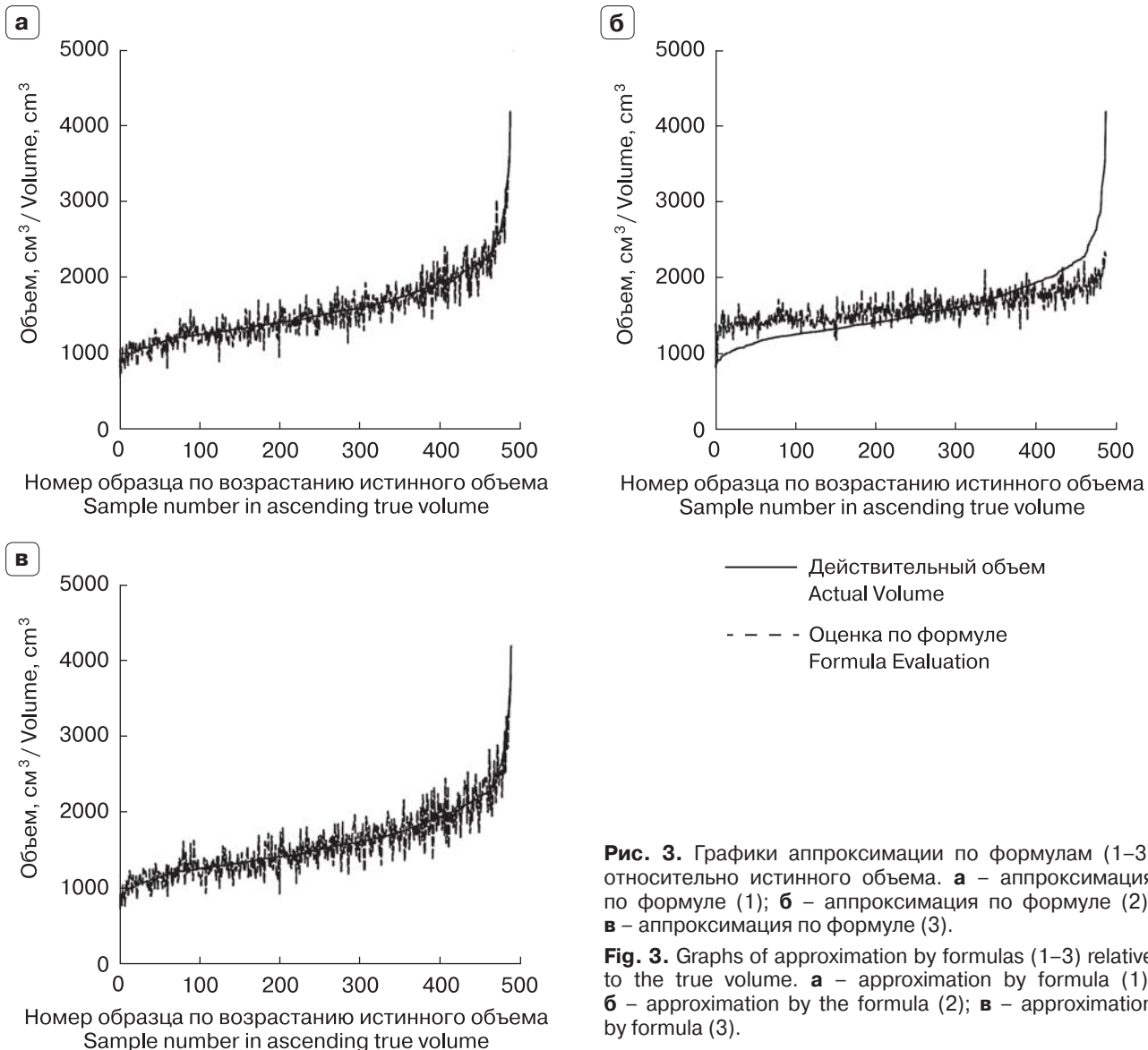
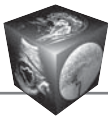


Рис. 3. Графики аппроксимации по формулам (1–3) относительно истинного объема. **а** – аппроксимация по формуле (1); **б** – аппроксимация по формуле (2); **в** – аппроксимация по формуле (3).

Fig. 3. Graphs of approximation by formulas (1–3) relative to the true volume. **a** – approximation by formula (1); **б** – approximation by the formula (2); **в** – approximation by formula (3).

На следующем этапе определены подходы к получению наиболее точных формул вычисления объема для всех 4 типов форм печени. Для этого в расчетах мы применили аппроксимацию объема, которая выполнялась по методу наименьших квадратов. Этот математический метод представляет несколько подходов к разработке формул вычисления объема печени. Для поиска оптимального из них мы проанализировали три математических подхода:

1. Функцию, учитывающую сумму произведений размеров в различных комбинациях с применением соответствующих коэффициентов:

$$F_1(S_{ij}) = \sum_{ikl} a_{ikl} S_{ij} S_{ik} S_{il} \quad (1)$$

2. Функцию, учитывающую сумму кубов размеров:

$$F_2(S_{ij}) = \sum_i (a_i S_i)^3 \quad (2)$$

3. Функцию, учитывающую куб суммы размеров:

$$F_3(S_{ij}) = \sum_i (a_i S_i)^3 \quad (3)$$

где i – номер исследования (от 1 до 603), j – номер размера (от 1 до 6), S_{ij} – размер печени, a – коэффициент, kl – номера размеров.

Для оценки вышепредставленных математических подходов построены графики аппроксимации, которые отражают точность определения расчетного объема печени на основании сопоставления с истинным объемом, полученным в резуль-

**Таблица 2.** Формулы вычисления объема печени для 4 типов**Table 2.** Formulas for calculating for 4 types of liver volume

Тип печени Type of the liver	Формула Formula
I	$V = (0,51 \cdot \text{ВПД} + 0,24 \cdot \text{ТПД})^3$
II	$V = (0,46 \cdot \text{ВПД} + 0,31 \cdot \text{ТПД})^3$
III	$V = (0,39 \cdot \text{ВПД} + 0,32 \cdot \text{ТПД})^3$
IV	$V = (0,48 \cdot \text{ВПД} + 0,23 \cdot \text{ТПД})^3$

Note: ВПД – HRL (height of the right lobe); ТПД – TRL (thickness of the right lobe)

тате автоматической сегментации (рис. 3). На графиках приведены данные о максимально приближенном к истинному (сплошная линия) и расчетном (ломаная пунктирная линия) значениях объема печени (ось ординат) в каждом конкретном наблюдении. Все наблюдения расставлены по оси абсцисс в порядке возрастания истинного объема печени. Колебания оценочной кривой отражают неизбежную погрешность вычислений: чем больше размах колебаний, тем больше погрешность соответствующей формулы.

Согласно данным, приведенным на рис. 3, аппроксимация по формуле (2), учитывающую сумму кубов, дает неприемлемо большую систематическую ошибку: график оценки объема (ломаная пунктирная линия), вычисленного по этой формуле, не накладывается на график истинного объема (сплошная линия).

Графики аппроксимации по формулам (1) и (3) достаточно похожи, однако формула (1) предполагает вычисления по многим показателям и для практического применения крайне неудобна. Приемлемую точность при небольшом числе параметров модели удалось получить, используя формулу (3), поэтому в дальнейшем мы использовали именно эту модель, основанную на кубе суммы

отдельных размеров, для разработки различных формул вычисления объема печени.

Таким образом, выбрав оптимальный математический подход, для всех 4 типов форм печени были разработаны различные формулы, представленные в табл. 2. И использованные параметры: ВПД – вертикальный размер (высота) правой доли, ТПД – переднезадний (толщина) размер правой доли, измеренные согласно методике, приведенной в публикации [13].

Следующим этапом для оценки целесообразности использования в практической работе разработанных формул для всех 4 типов печени был проведен сравнительный анализ этих формул со стандартной (общей) формулой, не учитывающей форму печени, в частности с ранее разработанной нами формулой, представленной в предыдущих публикациях [13]:

$$V = (\text{ВПД} + \text{ТПД})^3 / 21.$$

При сравнении проанализированы значения среднеквадратичной погрешности и площади под ROC-кривой, полученные в результате использования формулы для определенного типа печени и формулы для общей выборки (табл. 3, рис. 4, 5).

Как следует из табл. 3, при расчете объема I–IV типов печени по индивидуальным формулам среднеквадратичная погрешность уменьшается, что свидетельствует о возможности существования гипотезы о дифференцированном подходе к оценке объема печени в зависимости от ее формы. Несмотря на рост погрешности количественной оценки, проведение ROC-анализа показало, что точность диагностики гепатомегалии при использовании стандартной формулы в сравнении с индивидуальной не меняется. Показатель AUC в общей выборке составил 0,93, а для I–IV типов печени – 0,88–0,94.

Кроме того, проведено сравнение показателей чувствительности и специфичности метода опре-

Таблица 3. Результаты оценки объема печени по формуле соответствующего типа и общей формуле**Table 3.** The results of assessing the volume of liver according to the formula of the certain type and the general formula

Тип печени Type of the liver	Формула соответствующего типа Formula of the certain type		Общая формула General formula		Рост погрешности, % Growth of error, %
	среднеквадратичная погрешность оценки, мл Root Mean Square Error, ml	AUC	среднеквадратичная погрешность оценки, мл Root Mean Square Error, ml	AUC	
I	209,2	0,88	294,7	0,93	40,87
II	229,9	0,92			28,19
III	262,0	0,91			12,48
IV	266,2	0,94			10,71

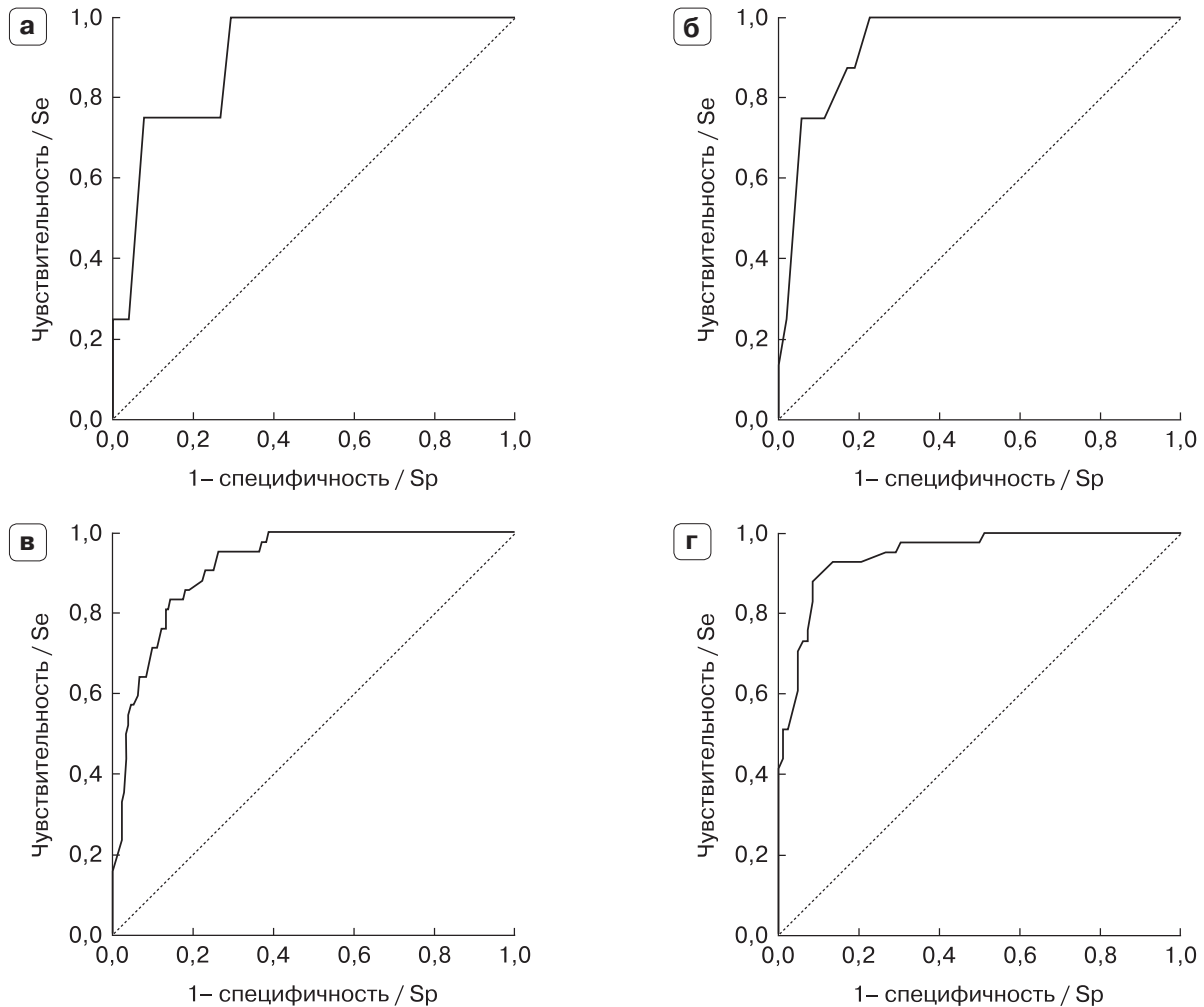


Рис. 4. ROC-кривые, отражающие чувствительность (sen) и специфичность (spe) метода диагностики гепатомегалии при использовании формул для соответствующих типов форм печени. **а** – ROC-кривая для I типа, AUC = 0,88; **б** – ROC-кривая для II типа, AUC = 0,92; **в** – ROC-кривая для III типа, AUC = 0,91; **г** – ROC-кривая для IV типа, AUC = 0,94.

Fig. 4. ROC-curves reflecting the sensitivity (sen) and specificity (spe) of the method in relation to the diagnosis of hepatomegaly using formulas for a certain type of liver shape. **a** – ROC curve for type I, AUC = 0.88; **б** – ROC-curve for type II, AUC = 0.92; **в** – ROC-curve for type III, AUC = 0.91; **г** – ROC-curve for IV type, AUC = 0.94.

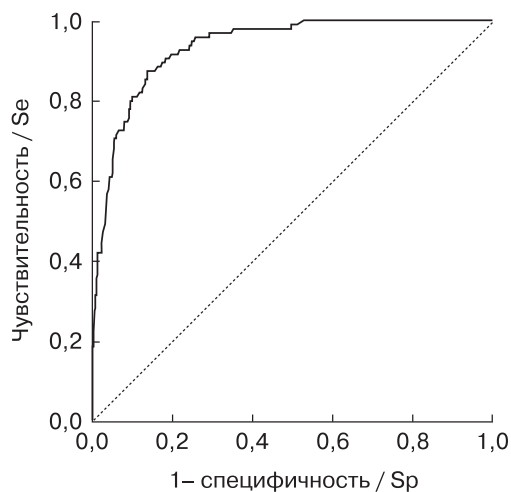
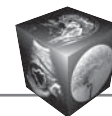


Рис. 5. ROC-кривая, отражающая чувствительность (sen) и специфичность (spe) метода диагностики гепатомегалии при использовании стандартной формулы для общей выборки.

Fig. 5. ROC-curve, reflecting the sensitivity (sen) and specificity (spe) of the method in relation to the diagnosis of hepatomegaly using the standard formula for the general sample.

**Таблица 4.** Сравнительный анализ чувствительности (sen) и специфичности (spe) по формулам для соответствующего типа и общей формуле**Table 4.** Comparative analysis of sensitivity (sen) and specificity (spe) according to the formulas for the certain type and the general formula

Тип печени Type of the liver	Формула соответствующего типа Formula of the certain type		Общая формула (при пороговом значении объема 1880 мл) General formula (at volume threshold 1880 ml)		Пороговое значение объема, вычисляемого по формулам для соответствующих типов, мл Threshold value of the volume calculated by formulas for the certain types, ml
	sen, %	spe, %	sen, %	spe, %	
I	75	90	85	86	1648
II	86	83			1723
III	83	85			1902
IV	86	89			1964

деления гепатомегалии при расчете объема органа по формулам для I–IV типов печени и стандартной формуле для общей выборки (табл. 4). С помощью ROC-анализа определены пороговые значения объема, при которых были получены данные показатели и превышение которых может являться свидетельством гепатомегалии.

Согласно данным, приведенным в табл. 4, чувствительность метода диагностики гепатомегалии при стандартном подходе в сравнении с дифференцированным для I типа формы печени повышается с 75 до 85% и практически не меняется для II–IV типов форм печени. Специфичность диагностики гепатомегалии при расчете объема печени по общей формуле составила 86%, что практически не отличается от значений этого показателя при дифференцированном подходе: для I типа – 90%, для II – 83%, III – 85%, для IV – 89%.

Обсуждение

Наличие большого объема материала позволило оценить дифференцированный подход к оценке размеров и объема печени в зависимости от ее формы. Сравнительный анализ результатов вычисления объема печени по общей формуле и формуле, разработанной для определенного типа формы печени, показал, что при применении общей формулы среднеквадратичная погрешность оценки несколько увеличивается, больше при I и II типах печени. Однако, несмотря на рост погрешности количественной оценки, точность выявления гепатомегалии при стандартном подходе не ухудшается. Также в проведенном исследовании установлено, что показатели чувствительности и специфичности определения факта гепатомегалии при расчете объема печени по стандартной формуле составили 85 и 86% соответственно

и практически не отличаются от таковых при дифференцированном подходе. Представленные данные свидетельствуют о том, что существующие значимые различия форм печени мало влияют на стандартные подходы к оценке объема печени при КТ. В практической работе без существенного снижения точности можно использовать разработанные нами ранее подходы при любых формах печени. В предыдущей публикации определены пороговые значения суммы вертикального и переднезаднего размеров правой доли (34 см) и объема печени, рассчитанного по стандартной формуле (1876 мл), превышение которых может являться свидетельством гепатомегалии [13]:

$$V = (ВПД + ТПД)^3 / 21 > 1876$$

$$ВПД + ТПД > 34$$

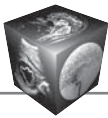
Выводы

1. Учитывая отсутствие единой классификации форм печени, встречающихся у людей, в практической работе можно остановиться на выделении четырех ее форм: I тип – обычные размеры правой и левой долей; II тип – обычная правая доля и удлиненная левая; III тип – удлиненная правая доля и обычная левая; IV тип – удлиненная правая доля и удлиненная левая.

2. Существующее различие в формах печени у людей не оказывает существенного влияния на подходы к определению объема органа и установлению факта гепатомегалии при КТ.

3. С учетом полученных данных в практической работе рекомендуется использовать единую стандартную формулу, учитывающую вертикальный и переднезадний размеры правой доли и имеющую следующий вид:

$$V = (ВПД + ТПД)^3 / 21.$$

**Участие авторов**

Аллиуа Э.Л. – концепция и дизайн исследования; проведение исследования; сбор и обработка данных; статистическая обработка данных; написание текста; подготовка, создание опубликованной работы; ответственность за целостность всех частей статьи; утверждение окончательного варианта статьи.

Громов А.И. – концепция и дизайн исследования; анализ и интерпретация полученных данных; написание текста; участие в научном дизайне; подготовка, создание опубликованной работы; ответственность за целостность всех частей статьи.

Кульберг Н.С. – концепция и дизайн исследования; статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Authors' participation

Alliua E.L. – concept and design of the study; conducting research; collection and analysis of data; statistical analysis; writing text; preparation and creation of the published work; responsibility for the integrity of all parts of the article; approval of the final version of the article.

Gromov A.I. – concept and design of the study; analysis and interpretation of the obtained data; writing text; participation in scientific design; preparation and creation of the published work; responsibility for the integrity of all parts of the article.

Kulberg N.S. – concept and design of the study, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data.

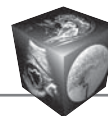
Список литературы

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. Серия: Естественные и медицинские науки*. 2017; 2: 52–64.
2. Кармазановский Г.Г. Лучевая диагностика и терапия в гастроэнтерологии: Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 920 с.
3. Самцов Е.Н., Мерзликин Н.В., Баюсова Т.В. Компьютерно-томографическая диагностика аномалий развития печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2006; 11 (1): 24–27.
4. Alonso-Torres A., Fernandez Cuadrado J., Pinilla I. et al. Multidetector CT in the evaluation of potential living donors for liver transplantation. *Radiographics*. 2005; 25 (4): 1017–1030. <https://doi.org/10.1148/rg.254045032>
5. Geraghty E.M., Boone J.M., McGahan J.P., Jain K. Normal organ volume assessment from abdominal CT. *Abdom. Imaging*. 2004; 29 (4): 482–490. <https://doi.org/10.1007/s00261-003-0139-2>
6. Xiaoqi Lv, Yu Miao, Xiaoying Ren, Jianshuai Wu. The study and implementation of liver volume measuring method based on 3-dimensional reconstruction technology. *Optik*. 2015; 126 (17): 1534–1539. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.04.022>
7. Hashimoto T., Sugawara Y., Tamura S. et al. Estimation of standard liver volume in Japanese living liver donors.

- J. Gastroenterol. Hepatol.* 2006; 21: 1710–1713. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2006.04433.x>
8. Чаплыгина Е.В., Каплунова О.А., Губарь А.С., Суханова О.П., Блинов И.М. Анатомическая вариабельность положения печени в брюшной полости. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2019; 14(2): 370–374.
9. Чаплыгина Е.В., Губарь А.С., Рамадан К.В., Соколова Ю.Н. Вариабельность линейных параметров печени в зависимости от положения органа в брюшной полости. *Фундаментальные исследования*. 2014; 7 (2): 382–385.
10. Керес Л., Кингисепп Г., Кырге К., Ленцнер А. Вопросы морфологии и физиологии. *Ученые записки тартуского государственного университета*. 1974: 17–18.
11. Бисенков Н.П., Дыскин Е.А., Забродская В.Ф. Хирургическая анатомия живота / Под ред. члена-корр. АМН СССР проф. А. Н. Максимова. М.: Медицина (Ленинград), 1972. 688 с.
12. Петренко В.М. Размеры, форма и топография печени до рождения человека. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; 2: 397.
13. Громов А.И., Аллиуа Э.Л., Кульберг Н.С. Подходы к определению объема печени и факта гепатомегалии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (6): 347–354.

References

1. Izranov V.A., Kazantseva N.V., Beletskaya M.A. Measurement of the liver volume using visualization methods of various modalities. *Vestnik of I. Kant Baltic Federal University. Ser.: Natural and Medical Sciences*. 2017; 2: 52–64. (In Russian)
2. Karmazanovskiy G.G. Radiation diagnostics and therapy in gastroenterology: National leadership. Moscow: GEOTARMedia; 2014. 920 p. (In Russian)
3. Samtsov E.N., Merzlikin N.V., Bausova T.V. Computed tomographic diagnostics of disorders of the liver. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2006; 11 (1): 24–27. (In Russian)
4. Alonso-Torres A., Fernandez Cuadrado J., Pinilla I. et al. Multidetector CT in the evaluation of potential living donors for liver transplantation. *Radiographics*. 2005; 25 (4): 1017–1030. <https://doi.org/10.1148/rg.254045032>
5. Geraghty E.M., Boone J.M., McGahan J.P., Jain K. Normal organ volume assessment from abdominal CT. *Abdom. Imaging*. 2004; 29 (4): 482–490. <https://doi.org/10.1007/s00261-003-0139-2>
6. Xiaoqi Lv, Yu Miao, Xiaoying Ren, Jianshuai Wu. The study and implementation of liver volume measuring method based on 3-dimensional reconstruction technology. *Optik*. 2015; 126 (17): 1534–1539. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.04.022>
7. Hashimoto T., Sugawara Y., Tamura S. et al. Estimation of standard liver volume in Japanese living liver donors. *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2006; 21: 1710–1713. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2006.04433.x>
8. Chaplygina E.V., Kaplunova O.A., Gubar A.S., Sukhanova O.P., Blinov I.M. Anatomical variability of the position of the liver in the abdominal cavity. *Medical News of North Caucasus*. 2019; 14 (2): 370–374. (In Russian)
9. Chaplygina E.V., Gubar A.S., Ramadan K.V., Sokolova Y.N. The variability of the linear parameters of liver, depending



- from a position of the authority in the abdominal cavity. *Fundamental research*. 2014; 7 (2): 382–385. (In Russian)
10. Keres L., Kingisepp G., Kyrgyz K., Lenzner A. Questions of morphology and physiology. *Scientific notes of the Tartu State University*. 1974: 17–18. (In Russian)
 11. Bisenkov N.P., Dyskin E.A., Zabrodskaya V.F. Surgical anatomy of the abdomen. Ed. chl.-cor. AMN of the USSR prof. A.N. Maksimenkova. M.: Medicina (Leningrad), 1972. 688 p. (In Russian)
 12. Petrenko V.M. The size, shape and topography of the liver before human birth. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016; 2: 397. (In Russian)
 13. Gromov A.I., Allia E.L., Kulberg N.S. Approaches to Determining the Liver Volume and the Fact of Hepatomegalia. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2019; 100 (6): 347–354. (In Russian)

Для корреспонденции*: Аллиуа Эмель Лиезидовна – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 5, корп. 3. Клиническая больница МЕДСИ в Боткинском проезде. Тел.: 8-926-566-75-26. E-mail: amel.93@mail.ru

Аллиуа Эмель Лиезидовна – соискатель кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “МГМСУ им. А.И. Евдокимова” Минздрава России; врач-рентгенолог Клинической больницы №2 АО Группы компаний “МЕДСИ”, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9025-0094>

Громов Александр Игоревич – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “МГМСУ им. А.И. Евдокимова” Минздрава России; заведующий отделением лучевой диагностики Клинической больницы №2 АО Группы компаний “МЕДСИ”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9014-9022>

Кульберг Николай Сергеевич – канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Федерального исследовательского центра “Информатика и управление” Российской Академии наук, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7046-7157>

Contact*: Emel L. Allia – 5-3, Botkinsky proezd, Moscow 12528, Russian Federation. Clinical hospital No.2 of “MEDSI group” Phone: 8-926-566-75-26. E-mail: amel.93@mail.ru

Emel L. Allia – Applicant at the Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov; radiologist of Radiology Department of Clinical hospital №2 of “Medsi group” Joint Stock Company, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9025-0094>. E-mail: amel.93@mail.ru.

Alexander I. Gromov – Doct. Of Sci. (Med.), Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov; Head of Radiology Department of Clinical hospital №2 of “Medsi group” Joint Stock Company, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9014-9022>.

Nikolay S. Kulberg – Cand. of Sci. (Phys.-Math.), Senior scientist of Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7046-7157>.