

УДК 616.24-008.4-073.75(075.8)

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-2-65-71>

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ЖИДКОСТИ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Т.Д. Магданов[✉], С.Д. Рудь[✉], И.В. Бойков[✉], Т.Е. Рамешвили[✉], В.Н. Малаховский[✉]

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Несмотря на существование множества способов и формул подсчета объема плеврального выпота в лучевой диагностике до сих пор не существует единого утвержденного способа определения объема плеврального выпота. Особенности анатомического строения грудной клетки и плевральной полости, специфика расположения выпота в этой полости и необходимость наличия быстрого и простого способа вычисления объема жидкости в плевральной полости определяют актуальность нашего исследования.

ЦЕЛЬ: На основании изученных утвержденных способов подсчета объема плевральной жидкости предложить новый способ, учитывающий анатомические особенности формы плеврального выпота. Провести оценку результатов предложенных способов, сравнить с результатом наиболее часто используемого способа в настоящее время.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ: В исследование были включены исследования 114 пациентов, которым проводилась компьютерная томография органов грудной полости. Протокол КТ выполнялся по стандартной программе и включал стандартную тонкую реконструкцию срезов с толщиной 0,625–1,25 мм с внутривенным контрастированием или без него. Результаты предложенного способа расчета объема жидкости сравнивали статистически с объемом жидкости, полученным с помощью метода Симпсона. Для полученных объемов были построены графики Бланда-Альтмана, были определены критерии Уилкоксона для связанных выборок, подсчитаны коэффициенты Спирмена и построены графики сравнительного объема с 95% доверительными интервалами.

РЕЗУЛЬТАТЫ: По результатам статистического анализа было установлено, что средняя предубежденность по методу Бланда-Альтмана для формулы толщины полоски составила 51,5. Границы разброса значений [463,7; –360]. Для метода разности эллипсоидов средняя предубежденность составила –0,6, границы разброса значений [187,3; –188,5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Подсчет объема плевральной жидкости на КТ остается одной из проблем, не имеющей единственного точного способа. Предложенный нами новый метод разности объема эллипсоидов показал высокие статистические результаты и показал преимущество перед методом «толщины полоски».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метод определения объема жидкости по Hazlinger, гидроторакс, жидкость в плевральной полости, плевральная полость, компьютерная томография

*Для корреспонденции: Магданов Тимофей Денисович, magdanovtd@gmail.com.

Для цитирования: Магданов Т.Д., Рудь С.Д., Бойков И.В., Рамешвили Т.Е., Малаховский В.Н. Новый способ определения объема жидкости в плевральной полости методом компьютерной томографии // *Лучевая диагностика и терапия*. 2022. Т. 13, № 2. С. 65–71. DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-2-65-71>

A NEW METHOD FOR DETERMINING THE VOLUME OF FLUID IN THE PLEURAL CAVITY USING COMPUTED TOMOGRAPHY

Timofey D. Magdanov[✉], Sergey D. Rud[✉], Igor V. Boikov[✉], Tamara E. Rameshvili[✉], Vladimir N. Malakhovskiy[✉]
Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Despite the existence of many methods and formulas for calculating the volume of pleural effusion in radiation diagnostics, there is still no single approved method for determining the volume of pleural effusion. Features of the anatomical structure of the chest and pleural cavity, the specific location of the effusion in this cavity and the need for a quick and easy way to calculate the volume of fluid in the pleural cavity determine the relevance of our study.

OBJECTIVE: Based on the studied approved methods for calculating the volume of pleural fluid, propose a new method that takes into account the anatomical features of the form of the pleural effusion. Evaluate the results of the proposed methods, compare with the result of the most commonly used method at present.

MATERIAL AND METHODS: The study included studies of 114 patients who underwent computed tomography of the chest cavity. The CT protocol was performed according to the standard program and included standard thin section reconstruction with a thickness of 0.625–1.25 mm with or without intravenous contrast. The results of the proposed method for calculating the volume of liquid were compared statistically with the volume of liquid obtained using the Simpson method. For volumes obtained, Bland-Altman plots were constructed, Wilcoxon criteria for related samples were determined, Spearman coefficients were calculated, and comparative volume plots were plotted with 95% confidence intervals.

RESULTS: According to the results of statistical analysis, it was found that the average bias according to the Bland-Altman method for the strip thickness formula was 51.5. The boundaries of the spread of values [463,7; –360]. For the ellipsoid difference method, the average bias was –0.6, the boundaries of the spread of values [187.3; –188.5].

CONCLUSIONS. Calculating the volume of pleural fluid on CT remains one of the problems that does not have a single accurate method. The new ellipsoid volume difference method proposed by us showed high statistical results and showed an advantage over the «strip thickness» method.

KEYWORDS: Hazlinger fluid volume determination method, hydrothorax, fluid in the pleural cavity, pleural cavity, computed tomography

*For correspondence: *Timofey D. Magdanov, magdanovtd@gmail.com.*

For citation: Magdanov T.D., Rud S.D., Boikov I.V., Rameshvili T.E., Malakhovskiy V.N. A new method for determining the volume of fluid in the pleural cavity using computed tomography// *Diagnostic radiology and radiotherapy.* 2022. Vol. 13, No. 2. P. 65–71. DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-2-65-71>

Введение. Наличие жидкости в плевральной полости — частая патология, которая чаще всего является осложнением текущего заболевания. Причинами выпота могут быть сердечная недостаточность, инфекционный процесс в легких, а также новообразования [1]. Удаление жидкости из полости производится на основании оценки состояния больного и объема жидкости в плевральной полости. Знание точного объема жидкости при наблюдении за состоянием пациента в динамике позволяет правильно выстраивать тактику лечения больного [2].

В настоящее время существуют способы определения объема жидкости в плевральной полости различными методами лучевой диагностики, но при этом метод компьютерной томографии считается самым точным и эталонным методом [3]. Среди всех методик определения жидкости в плевральной полости при компьютерной томографии в настоящее время нет единого стандартизированного, оптимально точного и быстрого способа [4]. Этому способствуют сложная геометрическая форма плевральной полости, анатомические особенности строения грудной клетки у разных людей, особенностям расположения жидкости в плевральной полости при проведении исследования, дефицит рабочего времени рентгенолога при анализе результатов компьютерной томографии грудной клетки.

Сегодня компьютерная томография является одним из самых точных и достоверных методов как определения жидкости в плевральной полости, так и подсчета ее объема [2, 5].

«Золотым стандартом» является метод дисков Симпсона [6]. Данный способ показывает наиболее

точный результат объема жидкости, который по праву можно считать эталонным. Ведь даже торакоцентез не позволит извлечь полностью всю жидкость из плевральной полости [7]. Недостатком данного метода является его большая времязатратность: на обведение контуров жидкости каждые 5–10 мм с учетом последующей корректировки оператором уходит около 40 минут, что в повседневной клинической практике не может быть использовано.

Метод «толщины полоски» Hazlinger [8] является самым распространенным в повседневной клинической практике в виду простоты своего подсчета: измеряется максимальный размер полоски жидкости плевральной полости в аксиальном проекции. Также существует мнемоническая таблица, помогающая врачу быстро перевести длину в объем жидкости (табл. 1).

Однако данный метод имеет определенные недостатки, так как в структуре формулы используется только один размер. Формула не учитывает форму грудной клетки и особенности формы плеврального выпота. Также данный метод имеет тенденцию к завышению значения объема жидкости при объеме от 400 мл [9].

По этой причине актуальной является разработка и предложение нового способа подсчета объема жидкости плевральной полости, учитывающего анатомические особенности формы плеврального выпота, проведение сравнительной оценки результатов уже существующих способов, сравнение с результатом наиболее часто используемого способа в настоящее время [10].

Таблица 1
Мнемоническая таблица быстрого подсчета объема плеврального выпота по методу «толщины полоски» при компьютерной томографии

Table 1
Mnemonic table for quick calculation of the volume of pleural effusion using the «strip thickness» method in computed tomography

Толщина полоски, см	Объем плеврального выпота, мл
1,0	67
1,5	142
2,0	216
2,5	288
3,0	360
3,5	431
4,0	501
4,5	572
5,0	643
5,5	714
6,0	786
6,5	859
7,0	933
7,5	1009
8,0	1086
8,5	1166
9,0	1248
9,5	1333
10,0	1421

Материалы и методы. Информированное согласие получено от каждого пациента. В основе работы положен анализ данных КТ-исследований пациентов с выявленной жидкостью в плевральных полостях. Всего было обследовано 114 КТ-исследований. Из них мужчин — 56, женщин — 31. Средний возраст составил 49 лет (от 18 до 84 лет). У всех пациентов наблюдалась жидкость в плевральных полостях в различных объемах. Двусторонних плевральных выпотов было обнаружено 16, правосторонних — 48, левосторонних — 35. Методом визуальной оценки по Моу [11] из 41 были маленького объема, 52 среднего и 21 большого объема. Исследования с осумкованными плевритами, а также исследования, объем жидкости в которых был менее 100 мл, были исключены из исследования.

КТ-исследования проводились на компьютерных томографах «GE Revolution», «Philips Ingenuity» и на «Siemens SOMATOM Go Up». Протокол КТ органов грудной клетки выполнялся по стандартной программе и включал стандартную тонкую реконструкцию срезов с толщиной 0,625–1,25 мм с внутривенным контрастированием или без него.

В качестве эталонного объема жидкости плевральной полости брался объем, посчитанный с использованием программного обеспечения Horos с применением метода Симпсона. В ходе расчета

объема проводилась ручное обведение контуров плевральной жидкости в аксиальной плоскости через каждые 5 срезов (в срезах толщиной 3–6 мм). Обведение контура жидкости между этими срезами проводилось автоматически программным обеспечением. Визуально подтверждалась правильность обведения контура. Построение трехмерной (3D) реконструкции плеврального выпота и подсчет полученного объема жидкости выполнялись автоматически с использованием программного обеспечения.

Используя упрощенные формулы, объем жидкости в плевральной полости вычисляли двумя способами. Первый способ — вычисление по методу Hazlinger с использованием максимального размера толщины полоски жидкости в аксиальной проекции томограммы.

Объем данным методом высчитывается по формуле:

$$V = 0,365 \times B^3 - 4,529 \times B^2 + 159,723 \times B - 88,377 ,$$

где B — максимальный размер толщины жидкости в аксиальной проекции (рис. 1).



Рис. 1. Размер, необходимый для метода «толщины полоски»

Fig. 1. Size required for the «strip thickness» method

Второй способ — вычисление по собственному разработанному методу, по формуле «разности эллипсоидов». Данная формула описывает объемную фигуру, которая будет содержать весь объем плевральной жидкости. Фигуру можно получить, используя геометрическую разность двух полуэллипсоидов, построенных на размере максимальной ширины жидкости в аксиальной проекции (рис. 2).

Предложенная нами формула имеет вид:

$$V = 0,5 \times \frac{4}{3} \pi \times \frac{A}{2} \times \frac{B}{2} \times C - 0,5 \times \frac{4}{32} \pi \times \frac{A}{2} \times \frac{B}{2} \times (C - D) ,$$

упрощая, получаем:

$$V = 0,524 \times A \times B \times D ,$$

где V — объем жидкости плевральной полости (рис. 3); A — максимальный краниокаудальный размер плеврального выпота в сагиттальной проекции; B — максимальный размер ширины жидкости в плевральной полости в аксиальной проекции; C — перпендикуляр, опущенный от ширины плевральной жидкости к максимально отдаленной нижней границе плевральной жидкости; D — длина отрезка, лежащего на размере C от верхней границы плевральной жидкости до нижней границы жидкости.

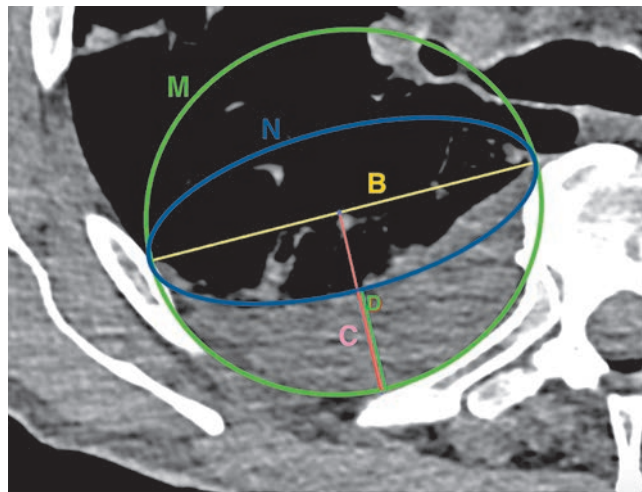


Рис. 2. Измеряемые размеры для формулы разности эллипсоидов. М — наружный эллипсоид, N — внутренний эллипсоид

Fig. 2. Measured dimensions for the formula for the difference of ellipsoids. M — outer ellipsoid, N — internal ellipsoid

ряют срезы на уровне передних отрезков IV ребра справа и на уровне V ребра слева или на уровне куполов диафрагмы.

Если максимальный размер B пересекает уровень плевральной жидкости, необходимо построить новый отрезок, проходящий через верхние края мениска, длиной, равной этому максимальному размеру B .

Размер C должен быть максимальным и должен быть перпендикулярен размеру B .

Если толщина плевральной жидкости на выбранном срезе неравномерная, то необходимо проводить размеры C и D с таким условием, чтобы выполнялась геометрическая разность объемов.

Результаты и их обсуждение. Во время проведения статистического анализа было установлено, что полученные данные обоих методов подсчета объема жидкости в плевральной полости не соответствовали нормальному распределению (критерий Шапиро–Уилка, $p < 0,0001$).

Составлена диаграмма сравнительного анализа объемов плевральных выпотов, полученных методом Симпсона, методом толщины полоски и методом разности эллипсоидов (рис. 4). Исходя из диаграммы можно отметить визуальное совпадение эталонного объема и объемов, полученных методами «разности эллипсоидов» и методом «толщины полоски».

Для полученных значений объемов были определены критерии Уилкоксона для связанных с эталонным объемом и их Me с 95% ДИ.

Далее были определены коэффициенты Спирмена ранговой корреляции (табл. 3). Данный коэффи-

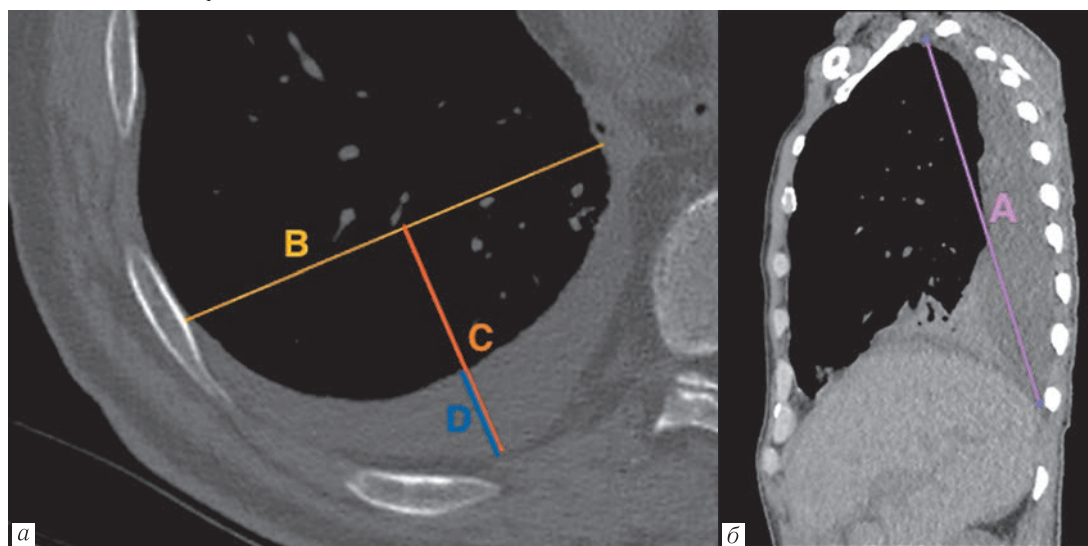


Рис. 3. а — Определение размеров для формулы разности эллипсоидов; б — измерение краниокаудального размера
Fig. 3. а — Determination of dimensions for the formula of the difference of ellipsoids; б — measurement of the craniocaudal size

Для измерения объема жидкости нестандартной формы необходимо следовать следующим правилам измерения.

Правила измерения. Размер B должен быть максимальным среди всех срезов в аксиальной проекции. Чаще всего данному критерию удовлетво-

ент говорит о высокой связи значений объемов в выборке с эталонным объемом.

Были составлены графики линейной регрессии для используемых методов подсчета объема (рис. 5). При анализе графиков отмечается наиболее сконцентрированный и минимальный разброс значений

Таблица 2

Критерии Уилкоксона для связанных выборок всех результатов объемов с эталонным объемом, а также их Me с 95% ДИ

Table 2

Wilcoxon tests for related samples of all volume results with reference volume, as well as their Me with 95% CI

Параметр	Объем	Разность эллипсоидов	Толщина полоски
P	—	0,899	0,1121
Me [Di]	386 [236; 576]	384,5 [242; 613]	374,5 [275; 556]

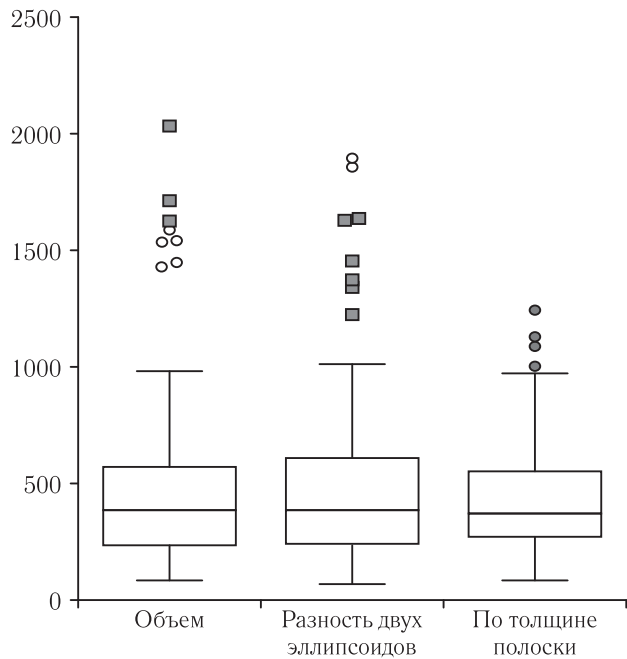
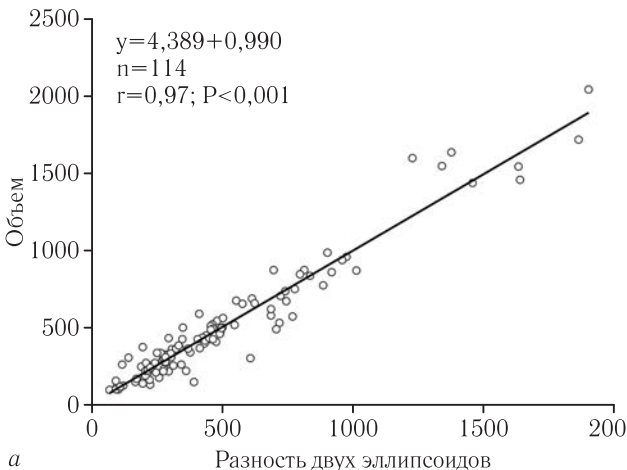


Рис. 4. Сравнительная диаграмма объемов с медианами и 95% доверительными интервалами, исследуемых в работе

Fig. 4. Comparative chart of volumes with medians and 95% confidence intervals studied in the work

объемов у метода «разности эллипсоидов», что говорит о более высокой достоверности значений используемой формулы.

Для определения согласованности результатов используемых методов с эталонными значениями была определена средняя предубежденность значений



методом Бланда–Альтмана (рис. 6). Средняя предубежденность метода «толщины полоски» составила 51,8 мл, метода «разности эллипсоидов» — 0,6 мл.

Таблица 3

Матрица сравнения коэффициентов корреляции расчетных методов с методом Симпсона

Table 3

Comparison matrix of correlation coefficients of calculation methods with Simpson's method

Показатель	Разность эллипсоидов	По толщине полоски
Объем	0,933	0,841

Также отмечают более узкий разброс и равномерность значений метода «разности эллипсоидов».

КТ остается ведущим методом в оценке объема плеврального выпота при различных заболеваниях. Однако в клинической практике при обнаружении жидкости в плевральной полости на компьютерных томограммах остается актуальной разработка простого и относительно точного метода расчета объема жидкости в плевральных полостях. От количества объема жидкости зависит прогноз состояния пациента и тактика его лечения.

Метод «толщины полоски» является простым и быстрым способом подсчета объема, однако он имеет свои недостатки. При измерении объема данным методом необходим лишь один размер — толщина полоски жидкости в аксиальной плоскости, что, с одной стороны, позволяет быстро подсчитать объем, а с другой — говорит о неполноценности метода, поскольку не учитываются анатомические

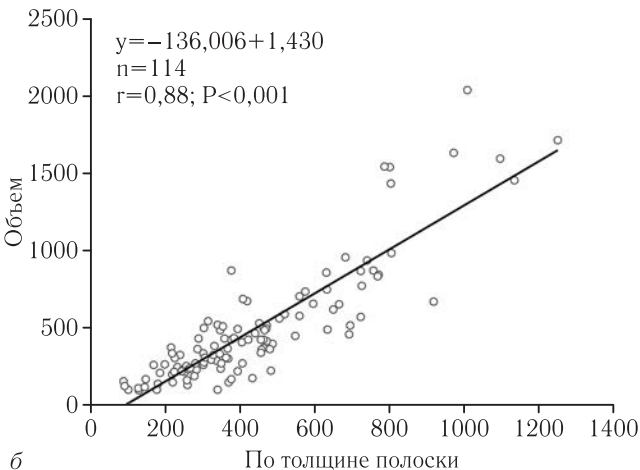


Рис. 5. Графики линейной регрессии: а — метода «толщины полоски»; б — метода «разности двух эллипсоидов»

Fig. 5. Graphs of linear regression: а — the method «strip thickness»; б — the method of «difference of two ellipsoids»

особенности формы и размеров плевральной полости у конкретного пациента. Метод также не учитывает форму, которую принимает плевральная жидкость в полости и адгезивные свойства выпота. Ввиду этих причин метод «толщины полоски» показывает высокий разброс значений объемов при превышении объема более 400 мл.

В то же время в оригинальной статье о методе авторы приводят коэффициент корреляции $r^2=0,949$, в то время как в нашем исследовании мы получили $r^2=0,841$. Мы считаем, что появление различия статистических значений обусловлено большей выборкой в нашем исследовании (114 против 50 исследований у авторов) и наличием в нашем исследовании выпотов с относительно большим объемом жидкости (21).

и при этом показывает высокую с ним корреляцию (0,933). Высокие статистические данные объясняются самой структурой формулы — она учитывает анатомические особенности формы плевральной полости, пространственную модель, занимаемую жидкостью, и способность формулы адаптивно применяться при больших значениях объема выпота. Недостатком метода является невозможность подсчета объема осумкованного выпота.

Закключение. Поиск простого и точного метода расчета объема жидкости в плевральной полости методом компьютерной томографией остается актуальной задачей лучевой диагностики. Предложенный нами способ подсчета объема жидкости в плевральной полости методом разности

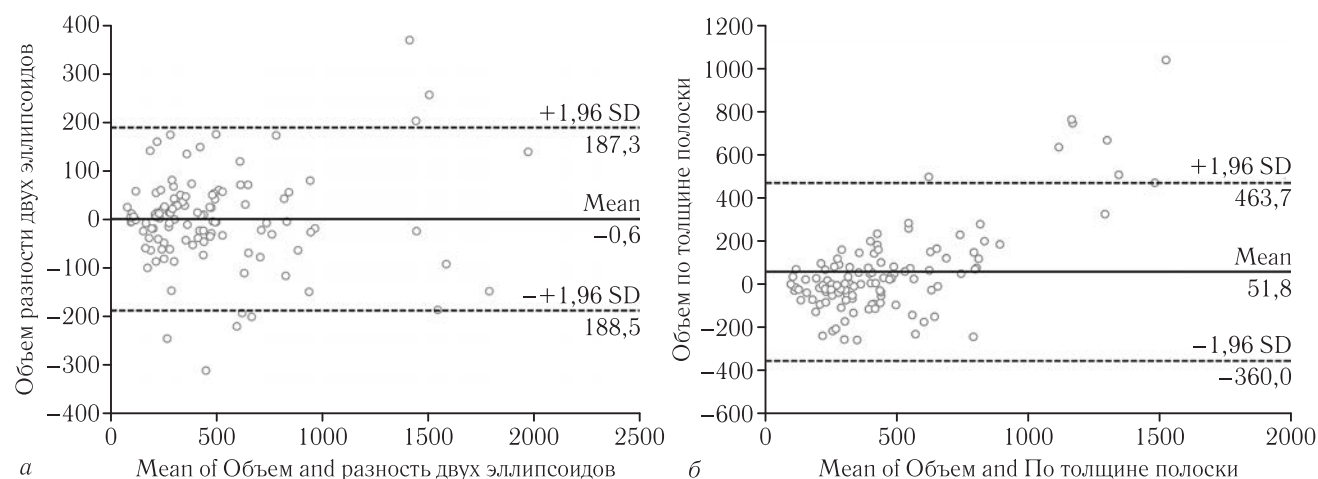


Рис. 6. Графики Бланда–Альтмана в сравнении с эталонным объемом: *а* — «толщина полоски»; *б* — «разность двух эллипсоидов»

Fig. 6. Bland-Altman plots in comparison with the reference volume: *a* — «thickness of the strip»; *b* — «difference of two ellipsoids»

Метод разности эллипсоидов показал более высокую корреляцию с эталонным объемом по сравнению с методом толщины полоски. Несмотря на то, что формула в своей структуре требует 4 размера, один из которых в коронарной плоскости, метод не является времязатратным, как метод Симпсона,

эллипсоидов показал хорошие результаты статистического анализа, является быстрым и точным методом подсчета объема жидкости и может быть рекомендован как простой и быстрый способ подсчета жидкости в плевральной полости методом компьютерной томографии.

Сведения об авторах:

Магданов Тимофей Денисович — слушатель федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: magdanovtd@gmail.com;

Рудь Сергей Дмитриевич — врач-рентгенолог, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры (рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики) федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: rsd@mail.ru; ORCID 0000–0002–3585–9793; SPIN: 4005–1267;

Бойков Игорь Валерьевич — доктор медицинских наук, профессор, заместитель начальника кафедры (рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики) федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: qwertycooolt@mail.ru; ORCID 0000–0001–9594–9822; SPIN 1453–8437;

Рамешвили Тамара Евгеньевна — доктор медицинских наук, профессор, старший преподаватель кафедры (рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики) федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: trameshvoli@mail.ru; ORCID 0000–0003–0859–8126, SPIN 3034–3209;

Малаховский Владимир Николаевич — доктор медицинских наук, профессор, ассистент кафедры (рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики) федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; e-mail: malakhovskiyvova@gmail.com; ORCID 0000–0002–0663–9345; SPIN 2014–6335.

Information about the authors:

- Timofey D. Magdanov* — student of the federal state budgetary military educational institution of higher education «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, St. Petersburg, st. Academician Lebedeva, 6; e-mail: magdanovtd@gmail.com;
- Sergey D. Rud* — radiologist, Cand. of Sci. (Med.), senior lecturer of the Department (Rentgenology and Radiology with a Course of Ultrasound Diagnostics) «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, St. Petersburg, st. Academician Lebedeva, 6; e-mail: rsd@mail.ru; ORCID 0000-0002-3585-9793; SPIN: 4005-1267;
- Igor V. Boykov* — Dr. of Sci. (Med.), professor, Deputy Head of the Department (Rentgenology and radiology with a course of ultrasound diagnostics) of the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, St. Petersburg, st. Academician Lebedeva, 6; e-mail: qwertycoool@mail.ru; ORCID 0000-0001-9594-9822; SPIN 1453-8437;
- Tamara E. Rameshvili* — Dr. of Sci. (Med.), professor, senior lecturer of the Department (Rentgenology and Radiology with a Course of Ultrasound Diagnostics) of the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, St. Petersburg, st. Academician Lebedeva, 6; e-mail: trameshvili@mail.ru; ORCID 0000-0003-0859-8126, SPIN 3034-3209;
- Vladimir N. Malakhovskiy* — Dr. of Sci. (Med.), professor, ssistant of the Department (Rentgenology and Radiology with a Course of Ultrasound Diagnostics) of the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «S. M. Kirov Military Medical Academy» of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 194044, St. Petersburg, st. Academician Lebedeva, 6; e-mail: malakhovskiyvova@gmail.com; ORCID 0000-0002-0663-9345; SPIN 2014-6335.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: концепция и план исследования — *С.Д.Рудь, И.В.Бойков, Т.Е.Рамешвили, В.Н.Малаховский*; сбор и анализ данных — *Т.Д.Магданов, С.Д.Рудь, И.В.Бойков, Т.Е.Рамешвили, В.Н.Малаховский*; выводы и подготовка рукописи — *Т.Д.Магданов, С.Д.Рудь, И.В.Бойков, Т.Е.Рамешвили, В.Н.Малаховский*.

Authors' contributions. All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution: SDR, IVB, TER, VNM aided in the concept and plan of the study; TDM, SDR, IVB, TER, VNM provided collection and analysis of data; TDM, SDR, IVB, TER, VNM conclusions and preparation of the manuscript.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

Соответствие принципам этики: Для данного дизайна исследования утверждения этическим комитетом не требовалось.

Adherence to ethical standards: For this design, the approval of the ethics committee was not required.

Поступила /Received: 11.05.2022
Принята к печати/ Accepted: 16.06.2022
Опубликована/ Published: 30.06.2022

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Петухов В.И., Русецкая М.О., Шаврова С.В. Роль классических рентгенологических методов исследования и компьютерной томографии в диагностике гнойных заболеваний легких и плевры // *Проблемы здоровья и экологии*. 2010. № 1 (23). С. 59–64. Petukhov V.I., Rusetskaya M.O., Shavrova S.V. Rol' klassicheskikh rentgenologicheskikh metodov issledovaniya i komp'yuternoy tomografii v diagnostike gnoynnykh zabolevaniy legkikh i plevry // *Problemy zdorov'ya i ekologii*. 2010. No. 1 (23). С. 59–64. [Petukhov V.I., Rusetskaya M.O., Shavrova S.V. The role of classical radiological research methods and computed tomography in the diagnosis of purulent diseases of the lungs and pleura. *Problems of health and ecology*. 2010. Vol. 1, No. 23, pp. 59–64 (In Russ.)].
2. Фокин Ю.Н., Шкловский Б.Л., Татарин В.С., Бадуров Б.Ш., Егоров В.В., Бакшеев В.И. Плевральный выпот как междисциплинарная проблема: опыт оказания специализированной медицинской помощи в многопрофильном стационаре // *Военно-медицинский журнал*. 2018. Т. 339, № 6. С. 29–37. Fokin Yu.N., Shklovskiy B.L., Tatarin V.S., Badurov B.Sh., Yegorov V.V., Baksheev V.I. Plevral'nyy vygot kak mezhdistsiplinarnaya problema: opyt okazaniya spetsializirovannoy meditsinskoj pomoshchi v mnogoprofil'nom stacionare // *Voyenno-meditsinskiy zhurnal*. 2018. T. 339, No. 6. С. 29–37 [Fokin Yu.N., Shklovsky B.L., Tatarin V.S., Badurov B.Sh., Egorov V.V., Baksheev V.I. Pleural effusion as an interdisciplinary problem: experience in providing specialized medical care in a multi-disciplinary hospital. *Military Medical Journal*, 2018, Vol. 339, No. 6, pp. 29–37 (In Russ.)].
3. Light R.W. Pleural effusions. *Medical Clinics of North America*. 1977. Vol. 61, No. 6. P. 1339–1352. doi: 10.1016/s0025-7125(16)31265-2.
4. Eibenberger K.L., Dock W.I., Ammann M.E., Dorfner R., Hörmann M.F., Grabenwöger F. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography // *Radiology*. 1994. Vol. 191, No. 3. P. 681–684. doi: 10.1148/radiology.191.3.8184046.
5. Mergo P.J., Helmberger T., Didovic J., Cernigliaro J., Ros P.R., Staab E.V. New formula for quantification of pleural effusions from computed tomography // *Journal Thoracic Imaging*. 1999. Vol. 14, No. 2. P. 122–125. doi: 10.1097/00005382-199904000-00011.
6. Jany B., Wölte T. Pleural effusion in adults — etiology, diagnosis, and treatment // *Deutsches Ärzteblatt International*. 2019. Vol. 116, No. 21. P. 377. doi: 10.3238/arztebl.2019.0377
7. Brenner D.E., Whitley N. O., Houk T. L., Aisner J., Wiernik P., Whitley J. Volume determinations in computed tomography // *Jama*. 1982. Vol. 247, No. 9. P. 1299–1302.
8. Porcel J. M., Esquerda A., Vives M., Bielsa S. Etiología del derrame pleural: análisis de más de 3.000 toracocentesis consecutivas // *Archivos de Bronconeumología*. 2014. Vol. 50, No. 5. P. 161–165. doi: 10.1016/j.arbres.2013.11.007.
9. Hazlinger M., Ctvrtlik F., Langova K., Herman M. Quantification of pleural effusion on CT by simple measurement // *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*. 2014. Vol. 158, No. 1. P. 107–111. doi:10.5507/bp.2012.042.
10. Song L., Gao J., Wang S., Hu H., Guo Y. A quantitative evaluation of pleural effusion on computed tomography scans using B-spline and local clustering level set // *Journal of X-Ray Science and Technology*. 2017. Vol. 25, No. 6. P. 887–905. doi: 10.3233/XST-17264.
11. Moy M. P., Levsky J. M., Berko N. S., Godelman A., Jain, V. R., Haramati L. B. A new, simple method for estimating pleural effusion size on CT scans // *Chest*. 2013. Vol. 143, No. 4. P. 1054–1059. doi: 10.1378/chest.12-1292.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2022 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» 42177