

УДК 519.257

DOI 10.24412/2312-2935-2023-3-118-130

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ВЫБОРОЧНОГО СРЕДНЕГО И СТАНДАРТНОГО ОТКЛОНЕНИЯ ПО ИЗВЕСТНЫМ ОПИСАТЕЛЬНЫМ СТАТИСТИКАМ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

П.А. Шаповалов, Р.Е. Лахин

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург

Введение. Расчет выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам – актуальная проблема для ученых, занимающихся проведением мета-анализа непрерывных данных. В настоящее время существует более 150 таких методик, имеющих различный уровень сложности и точности. Данное обстоятельство может дезориентировать исследователя, особенно если он сталкивается с подобной проблемой впервые.

Цель. Рассмотреть и систематизировать наиболее распространенные и перспективные методы оценки выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам.

Материалы и методы. Поиск литературы производили в базах данных Google Scholar и arXiv.org (раздел Statistics) за период 2000-2023 гг. Критерии включения: (1) научная публикация, описывающая новый метод расчета выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам; (2) наличие математического описания или формулы для предлагаемой методики; (3) проведение симуляционных исследований метода и его сопоставление с разработками других авторов; (4) высокая используемость метода. В конечном итоге было отобрано 10 публикаций с учетом их новизны и цитируемости. При рассмотрении полнотекстовых версий статей анализировались достоинства и недостатки методов, их связь с работами других авторов. В заключительной стадии настоящего исследования предложена попытка классификации существующих методик.

Результаты и обсуждение. Подходы, используемые для расчета выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам, можно разделить на 3 группы: (1) алгебраические методы; (2) методы на основе математического моделирования; (3) методы на основе математических преобразований. В первую группу входят две подгруппы: «базовые» методы (Hozo et al. (2005), Wan et al. (2014), Bland (2015), Walter and Yao (2007) и др.) и «оптимизированные» методы (Luo et al. (2018), Shi et al. (2020)). Ко второй группе относится метод приближенных байесовских вычислений Kwon and Reis (2015). В третью группу входят методы McGrath et al. (2020) и Cai et al. (2021). Многообещающим является метод Balakrishnan et al (2022). Несмотря на наличие успехов в решении обсуждаемой проблемы, в данной области имеются «белые пятна, касающиеся выбора оптимального метода из множества доступных и оценке его применимости к конкретному виду распределения.

Заключение. В настоящем обзоре были рассмотрены современные и перспективные методики расчета выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам, произведена попытка их классификации; рассмотрены основные

достоинства и недостатки методов, а также обозначены пути дальнейшего их совершенствования.

Ключевые слова: выборочное среднее, стандартное отклонение, описательные статистики, мета-анализ, обзор.

MODERN METHODS FOR CALCULATION OF SAMPLE MEAN AND STANDARD DEVIATION FROM KNOWN DESCRIPTIVE STATISTICS (NARRATIVE REVIEW)

P.A. Shapovalov, R.E. Lakhin

Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Introduction. The calculation of the sample mean and standard deviation by right descriptive is an urgent problem for scientists involved in the meta-analysis of continuous data. Currently, there are more than 150 such techniques, differing in different levels of complexity and reliability. This situation can be disorienting for the researcher, especially if they are suspected of causing the problem.

Purpose of the work. Consider and systematize the most common and modern methods for estimating the sample mean and standard deviation using known descriptive statistics.

Materials and methods. Literature search was carried out in the Google Scholar and arXiv.org databases (Statistics section) for the period 2000-2023. Inclusion criteria: (1) a scientific publication describing a new method for calculating the sample mean and standard deviation from known descriptive statistics; (2) availability of a mathematical description or formula for the proposed methodology; (3) conducting simulation studies of the method and its comparison with the developments of other authors; (4) high use of the method. Ultimately, 10 publications were selected based on their novelty and citation. When considering full-text versions of articles, the advantages and disadvantages of the methods, their relationship with the developments of other authors were analyzed. At the final stage of this study, an attempt was made to classify existing methods.

Results and discussion. The approaches used to calculate the sample mean and standard deviation by right of descriptive statistics can be divided into 3 groups: (1) algebraic methods; (2) methods based on mathematical modeling; (3) methods based on mathematical transformations. The first group includes two subgroups: «basic» methods (Hozo et al. (2005), Wan et al. (2014), Bland (2015), Walter and Yao (2007) etc.) and «optimized» methods (Luo et al. (2018), Shi et al.(2020)). The second group includes methods of approximate Bayesian calculations Kwon and Reis. The third group includes the methods of McGrath et al. (2020) and Cai et al. (2021). The method of Balakrishnan et al. (2022) is promising. Despite the presence in the solution of the problem under discussion, there are «white spots» in this area, it is supposed to choose a universal method from those available and applicable to the detection of propagation.

Conclusion. In this review, modern and promising methods for calculating the sample mean and standard deviation for the disclosure of descriptive statistics were considered, an attempt was made to analyze them; exploration of their research path with discovery.

Keywords: sample mean, standard deviation, descriptive statistics, meta-analysis, narrative review.

Введение. Расчет выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам – актуальная проблема для ученых, занимающихся проведением мета-анализа непрерывных данных [1, 2]. Выполнение подобного исследования предусматривает, что исходные данные имеют нормальное распределение [3, 4], позволяющее вычислить интерпретируемые значения выборочного среднего и стандартного отклонения. Однако подобные данные не всегда представлены в публикациях в силу ряда причин (недобросовестность авторов; описание результатов с помощью медианы (Me), первого (Q_1) и третьего (Q_3) квартилей, минимального (\min) и максимального (\max) значения, размера выборки (n); наличие распределения, отличного от нормального; иные причины, не сообщенные авторами).

В настоящее время существует множество методик оценки выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам. Так, Wiebe et al. (2006) в своем систематическом обзоре описывает 146 методов, классифицированных в 8 групп [5]. Систематический обзор Weir et al. (2018) описывает появление еще 15 новых методик за прошедшие 12 лет [6]. Ввиду многообразия вариантов решения описанной проблемы, в данной работе будут рассмотрены преимущественно современные и широко используемые методы, которые могут быть реализованы исследователем с базовым уровнем знаний в области математической статистики.

Цель. Рассмотреть и систематизировать наиболее распространенные и современные методы оценки выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам.

Материалы и методы. В соответствии с целью исследования авторами был определен дизайн исследования – литературный обзор (narrative review). Структура настоящего обзора соответствует структуре IMRAD (Introduction, Methods, Results and Discussion).

Выработка критериев включения/исключения осуществлялась авторами совместно до начала поиска соответствующих публикаций. Разногласия были разрешены консенсусом. Определены следующие критерии включения: (1) научная публикация, описывающая новый метод расчета выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам; (2) наличие математического описания или формулы для предлагаемой методики; (3) проведение симуляционных исследований метода и его сопоставление с разработками других авторов; (4) высокая используемость метода (для

научных работ, опубликованных ранее 2010 г.). Для увеличения публикационного охвата поиск некоторых методик проводился на основе систематических обзоров и мета-анализов по данной проблеме. К критериям исключения на разных этапах отбора публикаций были отнесены: (1) отсутствие исчерпывающего описания методики; (2) низкая цитируемость работы (низкая используемость предлагаемой методики).

Поиск литературы производился в базах данных Google Scholar (за период 2000–2023 гг.) и arXiv.org (раздел Statistics, за период 2000–2023 гг.).

Поисковый запрос в базе данных Google Scholar: missing mean, missing SD, estimating mean, estimating SD, five-number summary. Поисковый запрос в базе данных arXiv.org: ((missing mean) AND (missing SD)) OR ((estimating mean) AND (estimating SD)) OR (five-number summary). Последний поиск производился 31 марта 2023 года.

В конечном итоге было отобрано 10 публикаций с учетом их новизны и цитируемости (Рисунок 1). При рассмотрении полнотекстовых версий статей анализировались достоинства и недостатки методов, их связь с работами других авторов. В заключительной стадии настоящего исследования предложена попытка классификации существующих методик.

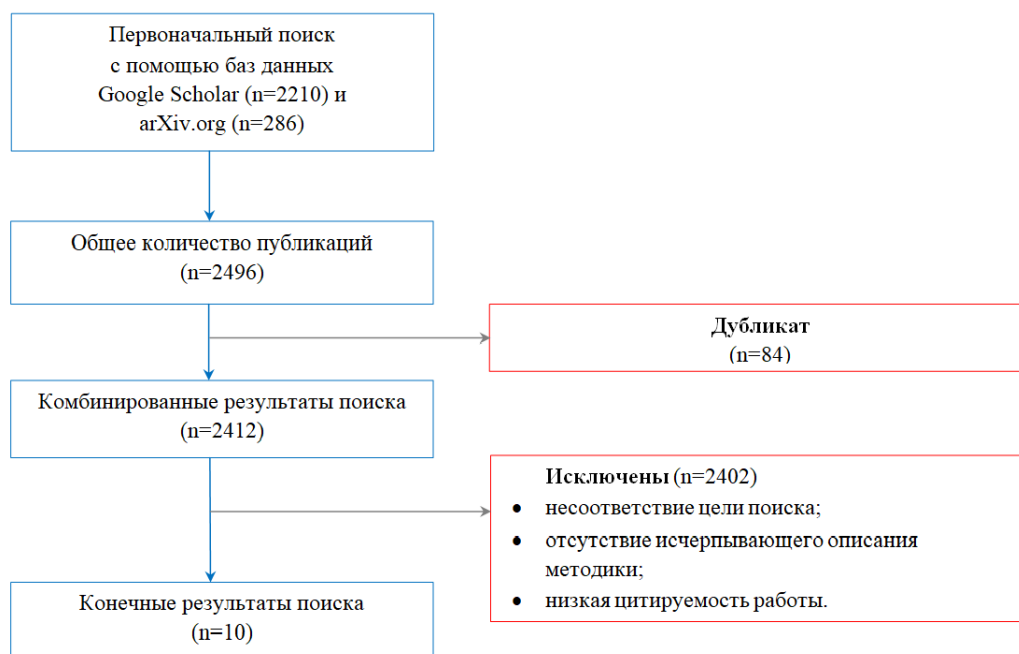


Рисунок 1. Алгоритм отбора публикаций

Результаты. Начиная с 1990-х годов в литературе описываются методики, позволяющие решить проблему оценки неизвестных выборочного среднего и стандартного отклонения при наличии определенного набора исходных описательных статистик (т.н.

«сценарии», Таблица 1). В целом, наиболее часто используемые подходы можно разделить на 3 группы: (1) алгебраические методы; (2) методы на основе математического моделирования; (3) методы на основе математических преобразований (Рисунок 2).

Таблица 1

Наборы исходных описательных статистик («сценарии») для вычисления выборочного среднего и стандартного отклонения

	min	Q_1	Me	Q_3	max	n
Сценарий S_1	+		+		+	+
Сценарий S_2		+	+	+		+
Сценарий S_3	+	+	+	+	+	+

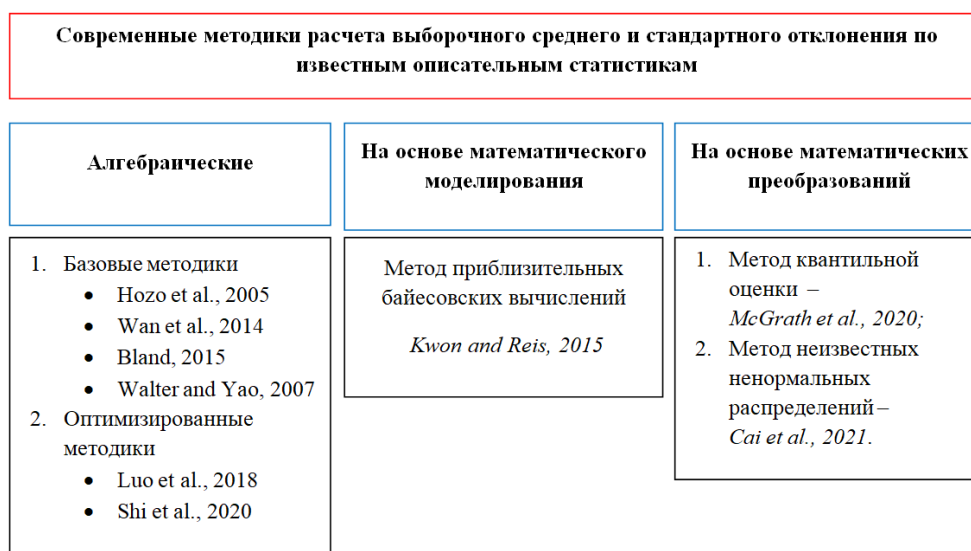


Рисунок 2. Современные методики расчета выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам

Методы, относящиеся к алгебраическим, основаны на подстановке известных данных (описательных статистик) в математические формулы без дополнительных преобразований. В этой группе можно выделить «базовые» и «оптимизированные» методики. «Базовые» методики (Hozo et al. (2005) [7], Wan et al. (2014) [8], Bland (2015) [9], Walter and Yao (2007) [10] и др.) широко используются для проведения мета-анализов и по сей день: к примеру, база данных Google Scholar сообщает о 6373 цитированиях работы Hozo et al. по состоянию

на 31 марта 2023 года. Несмотря на популярность методик, вычисляемые с помощью них выборочное среднее и стандартное отклонение не всегда точны и приводят к значительным искажениям с увеличением размера выборки [11, 12]. Систематический обзор Weir et al. (2018) сообщает, что формулы Wan et al. и Walter and Yao продемонстрировали наименьшую величину ошибки среди всех «базовых» методов при оценке их смещения (разность между оценочным и истинным значениями эффекта вмешательства) и неточности (отношение ширины доверительных интервалов к эффекту вмешательства) при использовании реальных данных [6].

«Оптимизированные» методики (Luo et al. (2018) [11], Shi et al. (2020) [12]) минимизируют расхождение с реальными данными за счет использования в «базовых» расчетных формулах поправки «optimal weight», представляющей собой функцию от размера выборки. Преимущества «оптимизированных» методик были продемонстрированы авторами с помощью симуляционных сравнений при большом количестве повторений (100 000 и 500 000 соответственно) с последующим вычислением относительной среднеквадратичной ошибки (relative mean squared error, RMSE). Так, метод Luo et al. (2018) имеет значительно более низкий показатель RMSE по сравнению с методом Bland (2015) и имеет сопоставимую величину RMSE по сравнению с методом Wan et al. (2014) при различных видах распределения исходных данных [13].

Ко второй группе относится методика Kwon and Reis (2015), основанная на моделировании с использованием метода приближительных байесовских вычислений (Approximate Bayesian Computation, или ABC) [14]. При симуляционном исследовании этого метода вычисляемое стандартное отклонение оказалось более точным, чем у «базовых» методов, особенно если данные извлекались из распределений, имеющих высокий коэффициент асимметрии. В случае извлечения данных из нормального распределения ABC-метод уступает методу Wan et al. (2014). При оценке выборочного среднего ABC-метод является лучшим независимо от предполагаемого распределения. В отличие от методов Luo et al. (2018) и Wan et al. (2014), которые предполагают, что переменная результата нормально распределена, метод ABC может применяться при различных параметрических допущениях исходного распределения [15]. Несмотря на ряд преимуществ, данный метод имеет свои недостатки. Так, проведение байесовских вычислений требует от исследователя предположения о характере (виде) распределения исходных данных. К недостаткам также

стоит отнести возрастание погрешности при уменьшении размера выборки от 40 наблюдений и ниже [6].

В третью группу входят несколько современных методик, использующих только квантили распределения (\min , Q_1 , Me , Q_3 , \max) в качестве исходных данных. Так, McGrath et al. (2015) предложил использовать метод квантильной оценки (quantile estimation method, QE) и преобразование Бокса-Кокса (Box-Cox transformation, BC) [15]. Первый метод включает в себя вычисление минимального расстояния между наблюдаемыми квантилями и квантилями распределения-кандидата с последующим вычислением выборочного среднего и стандартного отклонения. Вторая методика представляет собой включение преобразования Бокса-Кокса в формулы, предложенные Luo et al. (2018) и Wan et al. (2014). В симуляционных исследованиях по сценариям S_1 и S_2 авторами продемонстрировано преимущество предложенных методик (по сравнению с методиками Luo et al. (2018) и Wan et al. (2014)) на основе вычисления средней относительной ошибки (average relative error, ARE) и RMSE. Также к достоинствам этой работы следует отнести использование реальных данных для тестирования упомянутых математических преобразований.

В группу методов на основе математических преобразований также входит метод неизвестных ненормальных распределений (Method for Unknown Non-Normal Distributions; maximum likelihood non-normal – MLN), предложенный Cai et al. (2021) и основанный на использовании преобразования Бокса-Кокса и метода максимального правдоподобия [16]. Преимущества данного метода продемонстрированы авторами на основе симуляционных сравнений методик из работы McGrath et al. (2015) (QE, BC) и MLN. Так, MLN показал наименьшие величины RMSE и ARE при различных видах распределений, отличных от нормального, тогда как метод QE оказался самым неточным. Принимая во внимание результаты сравнений, авторы метода подчеркивают его независимость от вида исходного распределения и рекомендуют к использованию в работе с реальными данными.

Также следует отметить одну из самых современных работ, опубликованную Balakrishnan et al. (2017) [17]. Ее авторы сообщают о разработке нового метода, позволяющего минимизировать неточность вычисляемых выборочного среднего и стандартного отклонения. Следует отметить, что предложенные исследователями подходы имеют сходство с подходами Luo et al. (2018) и Shi et al. (2020), вследствие чего получаемые оценки являются идентичными. Смоделированные в работе симуляционные сравнения действительно демонстрируют низкие значения среднеквадратичной ошибки (mean squared

error, MSE) и относительной ошибки (relative error, RE) в трех сценариях при различных видах распределений, однако не раскрывают преимущества данного метода по сравнению с методами других авторов.

Обсуждение. В настоящее время проблема оценки выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам полностью не решена, несмотря на наличие большого количества публикаций. Особенно остро этот вопрос стоит для исследователей, занимающихся проведением мета-анализа непрерывных данных. Так, Weir et al. (2019) сообщает, что в 68% случаев авторы Кокрейновских обзоров, посвященных реабилитации после инсульта, сталкивались с отсутствием упомянутых описательных статистик и не принимали решения об их расчете с использованием различных методов, а 76% авторов мета-анализов пропустили по крайней мере одно исследование из-за отсутствия выборочного среднего и/или стандартного отклонения. В случаях, когда пропуск данных приводил к исключению исследования из мета-анализа, искажался общий эффект, что могло оказывать влияние на формулирование выводов [18].

В настоящий момент описано более 150 методик, позволяющих с той или иной степенью точности воспроизвести недостающие исходные данные. Большое разнообразие, различный уровень сложности и точности методов дезориентируют исследователя, особенно если он сталкивается с подобной проблемой впервые. В данном обзоре приведена информация только о наиболее широко используемых и современных подходах, которые продолжают совершенствоваться специалистами в области математической статистики. Для многих из описанных нами методов в сети Интернет реализованы онлайн-калькуляторы [19, 20], позволяющие пропустить этап обработки информации и быстро получить конечный результат.

Несмотря на наличие успехов в решении обсуждаемой проблемы, в данной области по-прежнему остаются «белые пятна», касающиеся выбора оптимального метода из множества доступных и оценке его применимости к конкретному виду распределения. Во-первых, в настоящее время не существует единого алгоритма, позволяющего исследователю принять решение об использовании той или иной методики, что вносит определенную гетерогенность в методологию самого мета-анализа. Во-вторых, каждый автор по-разному оценивает точность предлагаемого им метода: например, в случае симуляционных сравнений используется различный перечень распределений исходных данных, различное количество повторений, различный размер выборки, что накладывает

отпечаток на величину вычисляемой ошибки (RMSE, ARE и др.). Некоторые авторы (например, Balakrishnan et al. (2022)) проводят сравнения только «внутри» своего исследования и не сопоставляют их с результатами оценок методов других авторов. Данный вопрос также требует унификации. В третьих, требуется более широкое освещение обсуждаемой проблемы в руководствах по проведению мета-анализа как для повышения уровня информированности исследователей, так и для привлечения внимания специалистов в области математической статистики.

Заключение. В настоящем обзоре были рассмотрены современные и перспективные методики расчета выборочного среднего и стандартного отклонения по известным описательным статистикам, произведена попытка их классификации; рассмотрены основные достоинства и недостатки методов, а также обозначены пути дальнейшего их совершенствования.

Список литературы

1. Thomas J, Chandler J, Cumpston M, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.3. Chapter 6: Choosing effect measures and computing estimates of effect. Cochrane, 2022. Available from: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-06>
2. Muka T, Glisic M, Milic J, et al. A 24-step guide on how to design, conduct, and successfully publish a systematic review and meta-analysis in medical research. *Eur J Epidemiol.* 2020;35(1):49-60. doi: 10.1007/s10654-019-00576-5
3. Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR. *Introduction to meta-analysis.* West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2009
4. Scheidt S, Vavken P, Jacobs C, et al. Systematic Reviews and Meta-analyses. *Z Orthop Unfall.* 2019;157(4):392-399. doi: 10.1055/a-0751-3156
5. Wiebe N, Vandermeer B, Platt RW, et al. A systematic review identifies a lack of standardization in methods for handling missing variance data. *J Clin Epidemiol.* 2006;59(4):342-353. doi: 10.1016/j.jclinepi.2005.08.017
6. Weir CJ, Butcher I, Assi V, et al. Dealing with missing standard deviation and mean values in meta-analysis of continuous outcomes: a systematic review. *BMC Med Res.* 2018;18(1): 1-14. doi: 10.1186/s12874-018-0483-0

7. Hozo SP, Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. *BMC Med Res Methodol.* 2005;5(1):1-10. doi: 10.1186/1471-2288-5-13
8. Wan X, Wang W, Liu J, Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Med Res Methodol.* 2014;14(1):1-13. doi: 10.1186/1471-2288-14-135
9. Bland M. Estimating the mean and variance from the sample size, three quartiles, minimum, and maximum. *Int J of Stat in Med Res.* 2015;4(1):57–64. doi: 10.6000/1929-6029.2015.04.01.6
10. Walter SD, Yao X. Effect sizes can be calculated for studies reporting ranges for outcome variables in systematic reviews. *J. Clin. Epidemiol.* 2007;60(8):849-852. doi: 10.1016/j.jclinepi.2006.11.003
11. Luo D, Wan X, Liu J, Tong T. Optimally estimating the sample mean from the sample size, median, mid-range, and/or mid-quartile range. *Stat Methods Med Res.* 2018;27(6):1785-1805. doi:10.1177/0962280216669183
12. Shi J, Luo D, Weng H, et al. Optimally estimating the sample standard deviation from the five-number summary. *Res Syn Meth.* 2020;11:641–654. doi: 10.1002/jrsm.1429
13. Rychtář J, Taylor D. Estimating the sample variance from the sample size and range. *Stat Med.* 2020;39(30):4667–4686. doi: 10.1002/sim.8747
14. Kwon D, Reis IM. Simulation-based estimation of mean and standard deviation for meta-analysis via Approximate Bayesian Computation (ABC). *BMC Med Res.* 2015;15(1):1-12. doi: 10.1186/s12874-015-0055-5
15. McGrath S, Zhao X, Steele R, et al. Estimating the sample mean and standard deviation from commonly reported quantiles in meta-analysis. *Stat Methods Med Res.* 2020;29(9):2520-2537. doi:10.1177/0962280219889080
16. Cai S, Zhou J, Pan J. Estimating the sample mean and standard deviation from order statistics and sample size in meta-analysis. *Stat Methods Med Res.* 2021;30(12):2701-2719. doi:10.1177/09622802211047348
17. Balakrishnan N, Rychtář J, Taylor D, Walter SD. Unified approach to optimal estimation of mean and standard deviation from sample summaries. *Stat Methods Med Res.* 2022;0(0). doi:10.1177/09622802221111546

18. Weir CJ, Assi V, Na L, Lewis, et al. Unreported summary statistics in trial publications and risk of bias in stroke rehabilitation systematic reviews: an international survey of review authors and examination of practical solutions. *J Stroke Med.* 2019;2(2):136-142. doi: 10.1177/251660851987347

19. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. Available from: <https://www.math.hkbu.edu.hk/~tongt/papers/median2mean.html>

20. Estimating the sample mean and standard deviation. Available from: <https://smcgrath.shinyapps.io/estmeansd/>

References

1. Thomas J, Chandler J, Cumpston M, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.3. Chapter 6: Choosing effect measures and computing estimates of effect. Cochrane, 2022. Available from: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-06>

2. Muka T, Glisic M, Milic J, et al. A 24-step guide on how to design, conduct, and successfully publish a systematic review and meta-analysis in medical research. *Eur J Epidemiol.* 2020;35(1):49-60. doi: 10.1007/s10654-019-00576-5

3. Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR. *Introduction to meta-analysis*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2009

4. Scheidt S, Vavken P, Jacobs C, et al. Systematic Reviews and Meta-analyses. *Z Orthop Unfall.* 2019;157(4):392-399. doi: 10.1055/a-0751-3156

5. Wiebe N, Vandermeer B, Platt RW, et al. A systematic review identifies a lack of standardization in methods for handling missing variance data. *J Clin Epidemiol.* 2006;59(4):342-353. doi: 10.1016/j.jclinepi.2005.08.017

6. Weir CJ, Butcher I, Assi V, et al. Dealing with missing standard deviation and mean values in meta-analysis of continuous outcomes: a systematic review. *BMC Med Res.* 2018;18(1): 1-14. doi: 10.1186/s12874-018-0483-0

7. Hozo SP, Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. *BMC Med Res Methodol.* 2005;5(1):1-10. doi: 10.1186/1471-2288-5-13

8. Wan X, Wang W, Liu J, Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Med Res Methodol.* 2014;14(1):1-13. doi: 10.1186/1471-2288-14-135
9. Bland M. Estimating the mean and variance from the sample size, three quartiles, minimum, and maximum. *Int J of Stat in Med Res.* 2015;4(1):57–64. doi: 10.6000/1929-6029.2015.04.01.6
10. Walter SD, Yao X. Effect sizes can be calculated for studies reporting ranges for outcome variables in systematic reviews. *J. Clin. Epidemiol.* 2007;60(8):849-852. doi: 10.1016/j.jclinepi.2006.11.003
11. Luo D, Wan X, Liu J, Tong T. Optimally estimating the sample mean from the sample size, median, mid-range, and/or mid-quartile range. *Stat Methods Med Res.* 2018;27(6):1785-1805. doi:10.1177/0962280216669183
12. Shi J, Luo D, Weng H, et al. Optimally estimating the sample standard deviation from the five-number summary. *Res Syn Meth.* 2020;11:641–654. doi: 10.1002/jrsm.1429
13. Rychtář J, Taylor D. Estimating the sample variance from the sample size and range. *Stat Med.* 2020;39(30):4667–4686. doi: 10.1002/sim.8747
14. Kwon D, Reis IM. Simulation-based estimation of mean and standard deviation for meta-analysis via Approximate Bayesian Computation (ABC). *BMC Med Res.* 2015;15(1):1-12. doi: 10.1186/s12874-015-0055-5
15. McGrath S, Zhao X, Steele R, et al. Estimating the sample mean and standard deviation from commonly reported quantiles in meta-analysis. *Stat Methods Med Res.* 2020;29(9):2520-2537. doi:10.1177/0962280219889080
16. Cai S, Zhou J, Pan J. Estimating the sample mean and standard deviation from order statistics and sample size in meta-analysis. *Stat Methods Med Res.* 2021;30(12):2701-2719. doi:10.1177/09622802211047348
17. Balakrishnan N, Rychtář J, Taylor D, Walter SD. Unified approach to optimal estimation of mean and standard deviation from sample summaries. *Stat Methods Med Res.* 2022;0(0). doi:10.1177/09622802221111546
18. Weir CJ, Assi V, Na L, Lewis, et al. Unreported summary statistics in trial publications and risk of bias in stroke rehabilitation systematic reviews: an international survey of review authors and examination of practical solutions. *J Stroke Med.* 2019;2(2):136-142. doi: 10.1177/251660851987347

19. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. Available from: <https://www.math.hkbu.edu.hk/~tongt/papers/median2mean.html>

20. Estimating the sample mean and standard deviation. Available from: <https://smcgrath.shinyapps.io/estmeansd/>

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgments. The study did not have sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Шаповалов Павел Александрович – курсант 5 курса ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерство обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6, e-mail: pavel.shapovalov.2001@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0639-017X; SPIN: 2498-7308

Лажин Роман Евгеньевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры военной анестезиологии и реаниматологии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерство обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6, e-mail: doctor-lahin@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6819-9691; SPIN: 7261-9985

Information about authors

Shapovalov Pavel Aleksandrovich – 5th year cadet of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov», Ministry of Defense of the Russian Federation, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva st., 6, e-mail: pavel.shapovalov.2001@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0639-017X; SPIN: 2498-7308

Lakhin Roman Evgenievich – D.Sc., Associate Professor, Professor of the Department of Military Anesthesiology and Resuscitation of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named after S.M. Kirov», Ministry of Defense of the Russian Federation, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva st., 6, e-mail: doctor-lahin@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6819-9691; SPIN: 7261-9985

Статья получена: 05.05.2023 г.
Принята к публикации: 28.09.2023 г.