

Прогностические уравнения для расчета жировой массы тела спортсменов при помощи калиперометрии: нарративный обзор

А. В. Мештель, А. С. Фролова, М. А. Сидоренко, А. Б. Мирошников

ФГБОУ ВО «Российский университет спорта „ГЦОЛИФК“», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Оценка жировой массы тела представляет собой важнейший компонент в системе подготовки спортсменов, играя ключевую роль не только в формировании тренировочных программ и разработке индивидуальных диетических рекомендаций, но и являясь предметом научного интереса в таких дисциплинах, как спортивная антропология, анатомия и спортивная медицина. Среди многообразия существующих методов определения состава тела калиперометрия продолжает занимать особое положение благодаря своей простоте, мобильности и доступности, что делает ее незаменимым инструментом в практике спортивных специалистов. Однако эффективность данного метода в значительной степени зависит от корректности применяемых прогностических уравнений, разработка которых традиционно основывается на конкретных выборках испытуемых, что создает существенные ограничения при работе с различными категориями спортсменов. В связи с этим особую значимость приобретают дальнейшие научные изыскания, направленные на разработку специализированных уравнений, учитывающих морфофункциональные особенности представителей различных видов спорта.

Основной целью настоящего обзора являются поиск, анализ и отбор существующих прогностических уравнений для оценки жировой массы тела, которые были бы максимально адаптированы к особенностям спортсменов различных специализаций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: состав тела, антропометрия, спорт, жировая масса, калиперометрия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы исследования заявляют об отсутствии явных или потенциальных конфликтов интересов.

Predictive equations for calculating athletes' body fat mass using caliperometry: a narrative review

A. V. Meshtel, A. S. Frolova, M. A. Sidorenko, A. B. Miroshnikov

Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

SUMMARY

The assessment of body fat mass is an essential component in the training system of athletes, playing a key role not only in the formation of training programs and the development of individual dietary recommendations, but also being the subject of scientific interest in disciplines such as sports anthropology, anatomy and sports medicine. Among the variety of existing methods for determining body composition, caliperometry continues to occupy a special position due to its simplicity, mobility and accessibility, which makes it an indispensable tool in the practice of sports professionals. However, the effectiveness of this method largely depends on the correctness of the applied predictive equations, the development of which is traditionally based on specific samples of subjects, which creates significant limitations when working with different categories of athletes. In this regard, further scientific research aimed at developing specialized equations that take into account the morphofunctional characteristics of representatives of various sports is of particular importance.

The main purpose of this review is to find, analyze, and select existing predictive equations for estimating body fat mass that would be maximally adapted to the characteristics of athletes of various specializations.

KEYWORDS: body composition, anthropometry, sports, fat mass, caliperometry.

CONFLICT OF INTERESTS. The authors of the study state that there are no obvious or potential conflicts of interest.

Актуальность

Процент жировой массы тела (ЖМТ) является важным параметром в оценке эффективности работы тренера, спортивного нутрициолога, а также данный компонент является объектом исследований спортивной антропологии, анатомии и медицины. Кроме связи уровня ЖМТ со здоровьем [1], обнаруживается зависимость работоспособности спортсмена от процента жировой ткани [2], что повышает ценность данного параметра в области спорта и фитнеса.

Несмотря на большое количество различных методов оценки ЖМТ, калиперометрия является наиболее простым методом, который является безопасным и мобильным (в сравнении с двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрией) и менее чувствительным

к изменениям уровня жидкости в организме (в сравнении с биоэлектрическим импедансным анализом), что делает калиперометрию довольно практичным способом для оценки ЖМТ.

Проблема заключается в том, что точность уравнения при расчете ЖМТ зависит от того, на какой выборке это уравнение было разработано [3], поэтому не все уравнения могут подходить для использования при работе с представителями того или иного вида спорта.

Исходя из этого, целью данного обзора является поиск и отбор прогностических уравнений для расчета ЖМТ, которые могут применяться при работе со спортсменами различных видов спорта.

Таблица 1

Уравнения для расчета жировой массы тела без использования плотности тела

Авторы, год	Складки (лат.)	Уравнение	Протокол
Reilly и соавт., 2009 [8]	Mid-thigh, Abdomen, Triceps, Medial calf	$ЖМ, \% = 5,174 + (0,124 \times КЖС_6) + (0,196 \times КЖС_7) + (0,147 \times КЖС_8) + (0,130 \times КЖС_9)$	Eston и Reilly, 2009 [5]
Mitchell и соавт., 2020 [9]	Triceps, Subscapular, Biceps, Abdomen, Thigh, Medial Calf, Supraspinale	$ЖМ, кг = 0,16 \times МТ - 8,78 \times \log \Sigma КЖС - 1,83 \times П - 32,77$	ISAK [6]
Kerr, 1988 [10]	Лопатка, трицепс, надостная, прямая мышца живота, бедро, голень	$ЖМ, кг = \frac{A \times 5,85 + 25,6}{(170,18 \Delta T)^3}$	Carter и Heath, 1990 [4]
Eston, 2009 [5]	Cheek, Pectoral I, Pectoral II, Triceps, Subscapular, Abdomen, Supraspinale, Mid-Thigh, Medial calf	$ЖМ, \% \text{ (женщины)} = 39,572 \times \log(\Sigma КЖС) - 61,25$ $ЖМ, \% \text{ (мужчины)} = 22,32 \times \log(\Sigma КЖС) - 29$	Eston и Reilly, 2009 [5]
Evans и соавт., 2005 [11]	Прямая мышца живота, бедро, трицепс	$ЖМ, \% = 8,997 + (0,24658 \times \Sigma КЖС) - (6,343 \times П)$	ASRM, 1998 [7]
Stewart и Hannan, 2000 [12]	Прямая мышца живота, бедро	$ЖМ, кг = \frac{(331,5 \times Ж + 356,2 \times Б + 111,9 \times МТ - 9108)}{1000}$	ASRM, 1998 [7]
Yuhasz, 1962 [13]	Трицепс, лопатка, прямая мышца живота, передняя подвздошная ось, бедро, голень	$ЖМ, \% \text{ (мужчины)} = (0,1051 \times \Sigma КЖС) + 2,585$ $ЖМ, \% \text{ (женщины)} = (0,1548 \times \Sigma КЖС) + 3,580$	?

Примечание: ЖМ – жировая масса тела; КЖС – кожно-жировая складка; Б – складка на бедре; Т – складка на трехглавой мышце плеча; Ж – складка на прямой мышце живота; Г – складка на голени; ΔТ – длина тела; П – пол (женщины = 0, мужчины = 1); ? – протокол захвата КЖС не описан в работе; МТ – масса тела; * – для использования уравнения Kerr и соавт. [10] требуется дополнительный расчет:

$$A = \frac{(\Sigma КЖС \times (170,18 / \Delta T)) - 116,41}{34,79}, \text{ где } КЖС - \text{кожно-жировая складка, } \Delta T - \text{длина тела.}$$

Основой оценки процента жировой ткани при помощи калиперометрии являются прогностические уравнения, которые высчитываются на основании других методов (двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, магнитно-резонансной томографии и т.д.) и полученных измерений кожно-жировых складок (КЖС), число которых может варьировать от 2 до 10. Причем метод захвата КЖС и ее расположение зависит от рекомендаций, которыми руководствовались авторы уравнения. Такие рекомендации были описаны Carter и Heath в 1990 г. [4], Eston и Reilly в 2009 г. [5], а также используются протоколы, разработанные организациями (см. приложение). Среди них рекомендации Международного общества развития кинантропометрии (англ. International Society for the Advancement of Kinanthropometry, ISAK) [6], справочник по антропометрической стандартизации (англ. Anthropometric Standardization Reference Manual, ASRM) [7], рекомендации международной биологической программы (англ. International Biological Program, IBP) и рекомендации Американского колледжа спортивной медицины (англ. American College of Sports

Medicine, ACSM). Поэтому, прежде чем использовать прогностическую модель, необходимо понять, какие именно рекомендации соблюдались при разработке данных уравнений.

Сами уравнения условно можно разделить на две группы:

- 1) уравнения, которые сразу рассчитывают ЖМТ;
- 2) уравнения, для использования которых необходимо рассчитать плотность тела.

В таблице 1 представлены уравнения первой группы.

Вторая группа уравнений – требующие расчета плотности тела (табл. 2).

Эффективность данного подхода зависит от того, какое уравнение для расчета плотности тела было использовано. Такой метод позволяет комбинировать уравнения для расчета ЖМТ и уравнения для расчета плотности тела. К примеру, уравнение Siri и соавт. часто используется вместе с уравнениями Durnin и Womersley [17] или Ball и соавт. [18], что делает его более вариативным: уравнение можно выбрать в зависимости от используемых рекомендаций (ISAK, ACSM и т.д.), количества складок и т.д. Так, наиболее частой комбинацией являются уравнения Matiegka для расчета ПЖТ и плотности тела, а также комбинации уравнений Siri для расчета ЖМТ и уравнений Durnin и Womersley или Jackson и Pollock [19, 20]. Данные уравнения представлены в таблице 3.

Все эти уравнения используются авторами исследований для расчета ЖМТ у спортсменов различных видов спорта (табл. 4). Так, уравнение Kerr и соавт., Reilly были разработаны для футболистов, однако также неплохо себя зарекомендовали при расчете ЖМТ волейболистов. Уравнение Matiegka, несмотря на то что не было рассчитано на спор-

Таблица 2
Уравнения, использующие плотность тела

Автор, год	Уравнение
Siri и соавт., 1961 [14]	$ЖМ (\%) = \left(\frac{495}{d} \right) - 450$
Keys и Brožek, 1953 [15]	$ЖМ (\%) = 100 \left(\frac{4,201}{d - 3,813} \right)$
Matiegka, 1921 [16]	$ЖМ (кг) = d \times S \times 1,3$

Примечание: ЖМ – жировая масса; d – плотность тела; S – площадь тела. Для расчета площади тела Matiegka предлагает следующее уравнение: $S (м^2) = 71,84 \times МТ^{0,425} \times \Delta T^{0,725}$.

Таблица 3
Уравнения для расчета плотности тела

Авторы, год	Складки	Уравнение	Протокол
Lohman, 1971 [21]	Трицепс, лопатка, прямая мышца живота	$d = 1,0982 - 0,000815 \times \Sigma \text{КЖС} + 0,0000084 \times (\Sigma \text{КЖС})^2$	?
Durnin и Womersley, 1973 [17]	Бицепс, трицепс, лопатка, подвздошный гребень	d (мужчины): 17–19 лет = $1,1620 - 0,0630 \times (\log \Sigma \text{КЖС})$ 20–29 лет = $1,1631 - 0,0632 \times (\log \Sigma \text{КЖС})$ 30–39 лет = $1,1422 - 0,0544 \times (\log \Sigma \text{КЖС})$ d (женщины): 17–19 лет = $1,1549 - 0,0678 \times (\log \Sigma \text{КЖС})$ 20–29 лет = $1,1599 - 0,0717 \times (\log \Sigma \text{КЖС})$ 30–39 лет = $1,1423 - 0,0632 \times (\log \Sigma \text{КЖС})$	?
Matiegka, 1921 [16]	Бицепс, трицепс, предплечье, лопатка, прямая мышца живота, бедро, голень, грудь (только мужчины)	$d = \frac{\Sigma \text{КЖС}}{i \times 2}$	?
Jackson и Pollock, 1978 Jackson и соавт., 1980 [19, 20]	Мужчины: прямая мышца живота, грудь, бедро сзади Женщины: трицепс, подвздошная складка, бедро сзади	d (женщины) = $1,099421 - 0,0009929 \times \Sigma \text{КЖС} + 0,0000023 \times \Sigma \text{КЖС}^2 - 0,0001392 \times \text{В}$ d (мужчины) = $1,109380 - 0,0008267 \times \Sigma \text{КЖС} + 0,0000016 \times \Sigma \text{КЖС}^2 - 0,0002574 \times \text{В}$	ACSM
Ball и соавт., 2004 [18]	Pectoral I, Axilla, Triceps, Mid-thing, Suprascapular, Iliac crest, Abdomen	d (мужчины) = $1,112 - 0,00043499 \times \Sigma \text{КЖС} + 0,00000055 \times \Sigma \text{КЖС}^2 - 0,00028826 \times \text{В}$	Eston и Reilly, 2009 [5]
Forsyth и Sinning, 1973 [22]	Прямая мышца живота, лопатка	$d = 1,02415 - (0,00169 \times \Lambda) + (0,00444 \times \Delta T) - (0,0013 \times \text{Ж})$	?
Piechaczek, 1975 [23]	Трицепс, прямая мышца живота	$d = 1,125180 - 0,000176 \times \log T - 0,000185 \times \log \text{Ж}$	?
Riyahi-Alam, 2017 [24]	Subscapular, Triceps, Axilla	$d = -0,0115 \times \ln \Lambda - 0,00032 \times T - 0,00032 \times \text{ПЛ} - 0,0000005 \times \text{ИМТ}^2 + 1,11214$	Eston и Reilly, 2009 [5]

Примечание: d – плотность тела; КЖС – кожно-жировая складка; i – число складок (мужчины = 8; женщины = 7); В – возраст; Λ – складка под лопаткой; ΔT – длина тела; Ж – складка на прямой мышце живота; Т – складка на трехглавой мышце плеча; ПЛ – складка на подлопаточной линии; ИМТ – индекс массы тела; ? – протокол захвата КЖС не описан в работе. Основные складки и их расположение представлены в приложении.

тивной когорте, подходит для футболистов, бодибилдеров и пауэрлифтеров, уравнение Evans и соавт. хорошо себя показало в работе с борцами, представителями игровых видов спорта, а также видов спорта на выносливость [25].

Заключение

Калиперометрия, несмотря на ее возраст, все еще остается довольно популярным методом для оценки состава тела спортсменов. На данный момент в литературе описано множество подходов для расчета ЖМТ при помощи калипера, однако не все уравнения могут быть эффективными при работе со спортсменами или исследованиях на них. В настоящем обзоре собраны уравнения, которые были разработаны на спортсменах или хорошо себя показали в исследованиях с их участием.

Так, для футбола и волейбола наиболее подходящими уравнениями являются уравнения Matiegka, Siri и Jackson&Pollock, Siri и Durnin&Womersley, Reilly и соавт., Kerr, Evans и соавт., Siri и Forsyth&Sinning, Keys&Brožek и Ball и соавт., а также Eston. В видах спорта на выносливость: Siri или Keys&Brožek и Ball и соавт., Evans и соавт., а также Stewart&Hannan. В силовых видах спорта (пауэрлифтинг и бодибилдинг): Siri и Jackson и соавт. (Jackson&Pollock), Yuhasz, Matiegka, Siri и Lohman. В борьбе: Siri или Keys&Brožek и Riyahi-Alam, Evans и соавт., Siri и Jackson и соавт. (Jackson&Pollock), Siri и Durnin&Womersley. В плавании – Mitchell и соавт.

Адекватный подбор прогностических уравнений может снизить вероятность ошибочных результатов, а также

Таблица 4
Эффективность применения прогностических уравнений в исследованиях на спортсменах

Виды спорта	Уравнения	Ссылки
Футбол	Matiegka, Siri + Jackson&Pollock, Siri + Durnin & Womersley, Reilly, Kerr, Evans, Eston	[25, 26]
Волейбол	Forsyth, Siri + Jackson&Pollock, Ball, Durnin, Evans	[25, 27]
Марафон, триатлон, лыжные гонки, велоспорт	Ball, Evans, Stewart	[25, 28, 29]
Бодибилдинг, пауэрлифтинг	Jackson, Yuhasz, Matiegka, Lohman	[30–33]
Борьба	Riyahi-Alam, Evans, Jackson, Durnin	[24, 25]
Плавание	Mitchell	[9]

позволит спортивным врачам и нутрициологам более качественно оценивать состояние организма спортсмена в различных ситуациях, однако требуются уравнения для других видов спорта.

Дополнительные материалы: описанные руководящие принципы и протоколы замеров КЖС (табл. 1, 3) представлены в приложении по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/EhEjqL8KiLL1kw>



Список литературы / References

1. Arovian CM. Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. *Am J Manag Care*. 2016 Jun; 22 (7 Suppl): s176–85.
2. Рылова Н.В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н.В. Рылова. Казанский медицинский журнал. 2014; 95 (1).
3. Rylova N. V. Actual aspects of studying the body composition of athletes / N. V. Rylova. *Kazan Medical Journal*. 2014; 95 (1). (In Russ.).
4. Выборная К.В. Уравнения для определения жировой и тощей массы тела у детей и подростков на основе антропометрии и биоимпедансометрии (литературный обзор) / К.В. Выборная, Д.Б. Никитюк. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2023; 17 (5): 97–108. DOI: 10.24412/2075-4094-2023-5-2-4
5. Vybornaya K. V. Equations for determining fat and lean body mass in children and adolescents based on anthropometry and bioimpedancemetry (literature review) / K. V. Vybornaya, D. B. Nikityuk. *Bulletin of New Medical Technologies. Electronic publication*. 2023; 17 (5): 97–108. (In Russ.). DOI: 10.24412/2075-4094-2023-5-2-4
6. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping: Development and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge 1990.
7. Eston R, Reilly T. *Kinanthropometry and exercise physiology – laboratory manual*. 3rd ed. New York: Routledge, 2009. P. 33
8. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter JEL. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom: North-West University, 2006. ISBN: 0-620-36207-3.
9. Harrison G. G., E. R. Buskirk J. E., Lindsay Carter et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: *Anthropometric standardization reference manual* / T. G. Lohman, A. F. Roche, and R. Martorell (Eds.). Champaign, IL: Human Kinetics, 1998. P. 55–70.
10. Reilly T, George K, Marfell-Jones M, Scott M, Sutton L, Wallace JA. How well do skinfold equations predict percent body fat in elite soccer players? *Int J Sports Med*. 2009 Aug; 30 (8): 607–13. DOI: 10.1055/s-0029-1202353
11. Mitchell LJG, Morris KS, Bolam KA, Pritchard-Peschek KR, Skinner TL, Shephard ME. The non-linear relationship between sum of 7 skinfolds and fat and lean mass in elite swimmers. *J Sports Sci*. 2020 Oct; 38 (20): 2307–2313. DOI: 10.1080/02640414.2020.1779491
12. Kerr DA. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses, in males, females age 6 to 77. [Thesis]. Burnaby: Simon Fraser University, 1988.
13. Evans EM, Rowe DA, Mistic MM, Prior BM, Amgrmsson SA. Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model. *Med Sci Sports Exerc*. 2005; 37 (11): 2006–11. DOI: 10.1249/01.mss.0000176682.54071.5c
14. Stewart AD, Hannan WJ. Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *J Sports Sci*. 2000 Apr; 18 (4): 263–74. DOI: 10.1080/026404100365009
15. M. Yuhasz. The Effects of Sports Training on Body Fat in Man with Predictions of Optimal Body Weight, Philosophy in Physical Education in the Graduate College of the University of Illinois, University of Illinois, Urbana (IL), 1962.
16. Siri WE, Brozek J, Henschel A. Body composition from fluid spaces and density. Analysis of methods. Techniques for measuring body composition. National Academy of Sciences, Washington, DC: 1961. P. 223–244.
17. Keys A, Brozek J. Body fat in adult man. *Physiol Rev*. 1953; 33: 245–325.
18. Matiegka J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*. 4 (3): 223–230. DOI: 10.1002/ajpa.1330040302
19. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974 Jul; 32 (1): 77–97. DOI: 10.1079/bjn19740060
20. Ball SD, Altman TS, Swan PD. Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *Eur J Clin Nutr*. 2004 Nov; 58 (11): 1525–31. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602003
21. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*. 1978 Nov; 40 (3): 497–504. DOI: 10.1079/bjn19780152
22. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*. 1980; 12 (3): 175–81.
23. Lohman TG (1971). Biological variation in body composition. *Journal of Animal Science*. 32: 647–653.
24. Forsyth HL, Sinning WE. The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. *Med Sci Sports*. 1973 Fall; 5 (3): 174–80.
25. Piechaczek H. The Assessment of Total Body Fat by Means of Anthropometric and Densitometric Methods. *Mater Prace Antropol*. 1975; 89: 3–48. (In Polish, English abstract).
26. Riyahi-Alam S, Mansournia MA, Kabirizadeh Y, Mansournia N, Steyerberg E, Kordi R. Development and Validation of a Skinfold Model for Estimation of Body Density for a Safe Weight Reduction in Young Iranian Wrestlers. *Sports Health*. 2017 Nov/Dec; 9 (6): 564–569. DOI: 10.1177/1941738117705837
27. Jagim AR, Tinsley GM, Merfeld BR, Ambrosius A, Khurelbaatar C, Dodge C, Carpenter M, Luedke J, Erickson JL, Fields JB, Jones MT. Validation of skinfold equations and alternative methods for the determination of fat-free mass in young athletes. *Front Sports Act Living*. 2023 Aug 11; 5: 1240252. DOI: 10.3389/fspor.2023.1240252
28. Sebastián-Rico J, Soriano JM, González-Gálvez N, Martínez-Sanz JM. Body Composition of Male Professional Soccer Players Using Different Measurement Methods: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2023 Feb 25; 15 (5): 1160. DOI: 10.3390/nu15051160
29. Matos P, Makivic B, Csapo R, Hume P, Mitter B, Martínez-Rodríguez A, Bauer P. Body fat of competitive volleyball players: a systematic review with meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr*. 2023 Dec; 20 (1): 2246414. DOI: 10.1080/15502783.2023.2246414
30. Knechtle B, Baumgartner S, Knechtle P, Rüst CA, Rosemann T, Bescós R. Changes in single skinfold thickness in 100 km ultramarathoners. *Open Access J Sports Med*. 2012 Oct 25; 3: 147–57. DOI: 10.2147/OAJSM.S37035
31. Nikolaidis PT, Vancini RL, Andrade MDS, de Lira CAB, Knechtle B. Assessment Methods of Body Fat in Recreational Marathon Runners: Bioelectrical Impedance Analysis versus Skinfold Thickness. *Biomed Res Int*. 2021 Sep 29; 2021: 3717562. DOI: 10.1155/2021/3717562
32. Chappell AJ, Simper TN, Trexler ET, Helms ER. Biopsychosocial Effects of Competition Preparation in Natural Bodybuilders. *J Hum Kinet*. 2021 Jul 28; 79: 259–276. DOI: 10.2478/hukin-2021-0082
33. Fry A. C., Cisar C. T., Housh T. J. (1987). A Comparison of Anthropometric Equations for Estimating Body Density in Male Competitive Body Builders. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1 (4): 61–65. DOI: 10.1519/00124278-198711000-00001
34. Hurley B. F., Hagberg J. M., Seals D. R., Ehsani A. A., Goldberg A. P., Holloszy J. O. (1987). Glucose tolerance and lipid-lipoprotein levels in middle-aged powerlifters. *Clinical Physiology*. 7 (1): 11–19. DOI: 10.1111/j.1475-097x.1987.tb00629.x
35. Longstrom JM, Colenso-Semple LM, Waddell BJ, Masrofini G, Trexler ET, Campbell BI. Physiological, Psychological and Performance-Related Changes Following Physique Competition: A Case-Series. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2020 Apr 25; 5 (2): 27. DOI: 10.3390/jfmk5020027

Статья поступила / Received 08.04.2025
Получена после рецензирования / Revised 15.04.2025
Принята в печать / Accepted 06.05.2025

Сведения об авторах

Мештель Александр Виталиевич, преподаватель кафедры анатомии и биологической антропологии, аспирант кафедры спортивной медицины. E-mail: meshtel.author@yandex.ru. eLibrary SPIN: 6959-2656. ORCID: 0000-0002-4982-5615

Фролова Анна Сергеевна, студентка II курса кафедры рекреации и спортивно-оздоровительного туризма. E-mail: annetfrolova04@mail.ru. ORCID: 0009-0000-1619-934X

Сидоренко Мария Андреевна, студентка II курса кафедры теории и методики фехтования, современного пятиборья и стрелковых видов спорта. E-mail: sidorenko.maria@yandex.ru. ORCID: 0009-0001-3598-8640

Мирошников Александр Борисович, д.б.н., доцент, декан факультета адаптивной физической культуры, рекреации и туризма, доцент кафедры спортивной медицины. E-mail: benedikt116@mail.ru. eLibrary SPIN: 7417-2051. ORCID: 0000-0002-4030-0302

ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГТОЛИФК», Москва, Россия

Автор для переписки: Мештель Александр Виталиевич. E-mail: meshtel.author@yandex.ru

About authors

Meshtel Alexander V., teacher at Dept of Anatomy and Biological Anthropology, postgraduate student at Dept of Sports Medicine. E-mail: meshtel.author@yandex.ru. eLibrary SPIN: 6959-2656. ORCID: 0000-0002-4982-5615

Frolova Anna S., 2nd year student of the Department of Recreation and Sports and Wellness Tourism. E-mail: annetfrolova04@mail.ru. ORCID: 0009-0000-1619-934X

Sidorenko Maria A., 2nd year student of the Department of Theory and Methodology of Fencing, Modern Pentathlon and Shooting Sports. E-mail: sidorenko.maria@yandex.ru. ORCID: 0009-0001-3598-8640

Miroshnikov Alexander B., Doctor of Biology, Associate Professor, Dean of the Faculty of Adaptive Physical Education, Recreation and Tourism, Associate Professor of the Department of Sports Medicine. E-mail: benedikt116@mail.ru. eLibrary SPIN: 7417-2051. ORCID: 0000-0002-4030-0302

Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Corresponding author: Meshtel Alexander V. E-mail: meshtel.author@yandex.ru

Для цитирования: Мештель А.В., Фролова А.С., Сидоренко М.А., Мирошников А.Б. Прогностические уравнения для расчета жировой массы тела спортсменов при помощи калиперометрии: нарративный обзор. Медицинский алфавит. 2025; (19): 55–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-19-55-58>

For citation: Meshtel A. V., Frolova A. S., Sidorenko M. A., Miroshnikov A. B. Predictive equations for calculating athletes' body fat mass using caliperometry: a narrative review. *Medical alphabet*. 2025; (19): 55–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-19-55-58>

