

Ф.А. Мавлиев¹, Д.К. Коровина¹, Н.В. Рылова²

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПИЩИ НА ПОКАЗАТЕЛИ БИОИМПЕДАНСА

¹ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань, Россия²ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

Резюме

Биоимпедансометрия широко применяется в научной и клинической практике для оценки компонентного состава тела. Однако известно, что на результаты биоимпедансного анализа могут оказывать влияние различные внешние факторы, включая приём пищи. Целью настоящего исследования стало изучение характера и степени изменений биоимпедансных показателей после однократного приёма пищи, а также выявление возможных корреляций этих изменений с объёмом потреблённой пищи и жидкости. В исследовании приняли участие студенты мужского пола, биоимпедансный анализ проводился на приборе InBody 770 дважды – до и спустя 10 минут после приёма пищи. Полученные данные показали статистически значимое повышение большинства показателей состава тела, особенно объёма воды, белка, мышечной и безжировой массы. При этом содержание жира оставалось неизменным. Корреляционный анализ выявил обратные зависимости между объёмом принятой пищи и рядом параметров, включая фазовый угол нижних конечностей. Полученные результаты подчёркивают необходимость строгой стандартизации условий проведения биоимпедансного анализа, в частности – учёта времени и объёма последнего приёма пищи, для обеспечения корректной интерпретации данных

Ключевые слова: биоимпедансометрия, приём пищи, состав тела, фазовый угол, внутриклеточная жидкость, стандартизация измерений

Для цитирования: Мавлиев Ф.А., Коровина Д.К., Рылова Н.В. Влияние приема пищи на показатели биоимпеданса // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №3. С. 14–18. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-3-14-18

F.A. Mavliev¹, D.K. Korovina¹, N.V. Rylova²

Effect of Food Intake on Bioimpedanceometric Parameters

¹Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia²International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Rylova Natal'ya Viktorovna: rilovanv@mail.ru

Abstract

Bioimpedance analysis is widely used in scientific and clinical practice to assess component body composition. However, it is known that the results of bioimpedance analysis can be influenced by various external factors, including food intake. The purpose of this study was to investigate the nature and extent of changes in bioimpedance parameters after a single meal and to identify possible correlations of these changes with the amount of food and liquid consumed. Male students participated in the study, bioimpedance analysis was performed on the InBody 770 device twice - before and 10 minutes after a meal. The data obtained showed a statistically significant increase in most body composition parameters, especially water volume, protein, muscle and fat-free mass, and mineral content. At the same time, the fat content remained unchanged. Correlation analysis revealed inverse relationships between the volume of food ingested and a number of parameters, including lower limb phase angle. The obtained results emphasize the need for strict standardization of bioimpedance analysis conditions, in particular, taking into account the time and volume of the last meal to ensure correct interpretation of the data

Keywords: bioelectrical impedance analysis, food intake, body composition, phase angle, intracellular water, measurement standardization

For citation: Mavliev FA, Korovina DK, Rylova NV. Effect of Food Intake on Bioimpedanceometric Parameters. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.3:14-18. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-3-14-18

Введение

Оценка компонентного состава тела посредством применения различных систем биоимпедансного анализа (БИА) является широко распространенной процедурой косвенной оценки состава тела [1]. Данный вид анализа является контактным, неинвазивным, быстрым и относительно доступным методом оценки состава тела, активно применяемым в спортивной медицине, диетологии, геронтологии, нефрологии и онкологии [2]. В спортивной науке БИА используется для мониторинга изменений гидратационного статуса и оценки эффективности тренировочных программ [3]. В клинической практике метод применяется для оценки нутритивного статуса пациентов с кахексией, ожирением, хроническими болезнями почек, онкологическими и другими заболеваниями. При этом одним из наиболее значимых параметров является фазовый угол, отражающий целостность клеточных мембран и общий обмен веществ. Высокие значения фазового угла, как правило, ассоциируют с метаболическим здоровьем, сниженным риском госпитализации и летального исхода при различных заболеваниях [4].

В основе метода биоимпедансометрии лежат механизмы измерения электрической проводимости биологических тканей [5]. Поскольку биоимпеданс измеряет только сопротивление тканей, оценка состава тела осуществляется косвенно – с помощью моделей. При этом, как отмечают исследователи, результаты биоимпедансометрии могут меняться из-за различных факторов, среди которых прием пищи, физические нагрузки, положение тела, температура окружающей среды. Несмотря на широкое распространение метода БИА, в научной литературе по-прежнему отмечается недостаточная стандартизация условий проведения анализа, что ограничивает воспроизводимость и точность результатов [6]. Например, биоимпедансный анализ, проведенный после приема пищи приводит к увеличению расчетного значения процента жира в организме примерно на 1% [7, 8], а эффект изменений от приема пищи длится 3–4 часа в виде снижения показателей биоимпеданса [9]. Прием воды, вне приема пищи, так же может вызывать изменения [10]. Изменения гидратации, в том числе в результате использования диет, приводящих к снижению уровня гликогена и воды, связанной с ней, могут значимо исказить уровень жидкости в организме и как следствие – изменение показателей биоимпедансометрии [11]. При этом авторы говорят о клинической незначимости данных изменений, несмотря на их статистическую значимость.

Кроме приема пищи, фактором, меняющим показатели биоимпедансометрии, является положение тела в момент измерения и длительность его поддержания до измерения. Например, длительная вертикализация тела до выполнения процедуры биоимпедансометрии, меняет показатель количества внутриклеточной жидкости [10, 12].

Физические нагрузки высокой интенсивности непосредственно перед выполнением измерений могут исказить показатели, что по всей видимости

обусловлено усилением активации кровотока рабочих мышц и перераспределением жидкости вследствие этого [13, 14].

Целью настоящего исследования стало выявление характера и степени изменений показателей биоимпедансометрии под влиянием однократного приёма пищи у здоровых лиц.

Материалы и методы

Исследование было организовано на базе Научно-исследовательского института физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФК-СиТ», в нем приняли участие 9 студентов первого курса мужского пола ($18,4 \pm 0,7$ лет). За сутки до исследования участники ограничили интенсивную физическую нагрузку.

Для оценки компонентного состава тела была использована многочастотная система биоимпедансного анализа InBody 770 (Южная Корея), основанная на методе прямого сегментального измерения. Анализ проводился в вертикальном положении в помещении с температурой воздуха $22-24$ °С. В анализ были взяты следующие показатели биоимпедансометрии в положении стоя: масса скелетных мышц (кг), безжировая масса (кг), масса мягких тканей без жира (кг), масса минералов и белка (кг), внутриклеточная и общая вода (кг), показатели фазового угла, рук, ног и туловища (градусы).

Биоимпедансный анализ был осуществлен дважды: первый раз натощак, в утренние часы (с 9:00 до 10:00) до приема еды и жидкости, второй – в течение 10 минут после однократного приема пищи. Пищевой рацион был разным по объему у каждого участника, составленный из единого меню. Количество потребленной пищи фиксировалось в граммах и миллилитрах, согласно данным, представленным в меню. Средний объем однократного приема пищи в исследуемой выборке, в среднем, составил $772,2 \pm 330,2$ граммов, из которых $492,2 \pm 275,3$ грамма составила твердая пища в виде овощей, круп и мясных блюд и $346,7 \pm 148,2$ – жидкость (вода/чай/компот/сок).

Для оценки корреляционных связей между параметрами биоимпедансометрии был проведен корреляционный анализ по Спирману с расчетом доверительных интервалов. Статистически значимыми считались корреляции, для которых значение $p < 0,05$ и 95%-ный доверительный интервал не включает ноль. Для оценки статистически значимых изменений до и после приема пищи использовался критерий Уилкоксона.

Результаты и их обсуждение

Результаты анализа показали, что после еды основное количество показателей статистически значимо изменяется (рис. 1): практически одинаково повышается показатель общего объема воды в организме, объема внутриклеточной воды и объема белка на 1,9 % ($p=0,008$ для воды, $p=0,011$ для белка), повысились показатели, отражающие массу безжирового компонента органов и мышц на 1,8 % ($p=0,008$) и показатели, отражающие мышечную

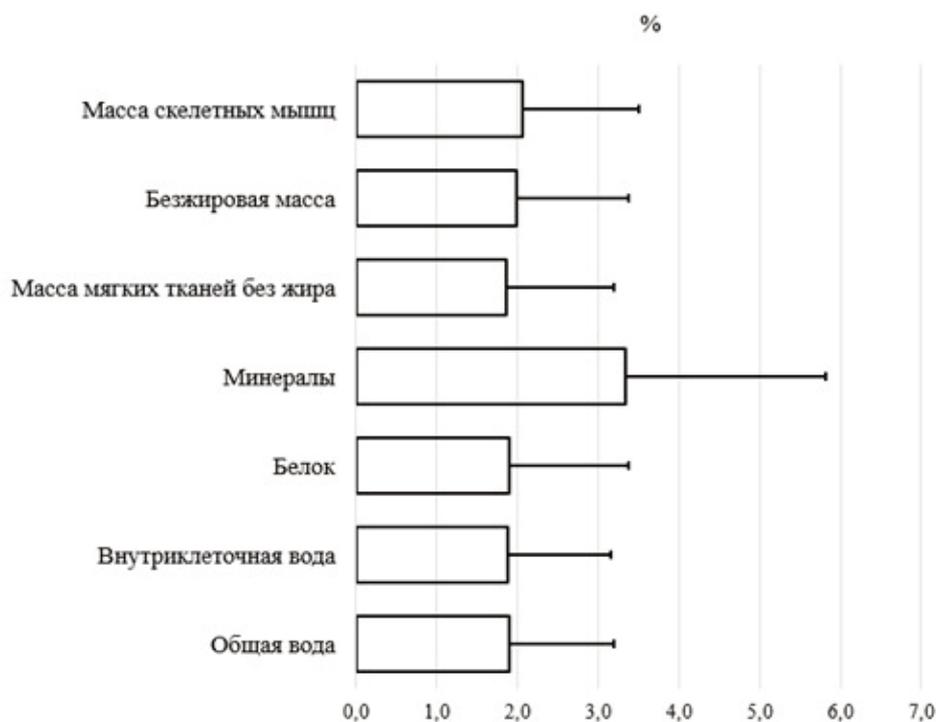


Рис. 1. Процент изменений некоторых показателей состава тела после приема пищи
 Fig. 1. Percentage of changes in some body composition parameters after a meal

массу на 2,05 % ($p=0,008$). При этом следует заметить, что имеется существенная групповая вариативность изменений, частично объясняемая количеством принятой еды и воды. Например, динамика массы скелетных мышц имела обратные корреляции с количеством принятой еды и воды $r=-0,74$ (r от $-0,94$ до $-0,14$, при $p=0,021$), а масса мягких тканей без жира – $r=-0,78$ (r от $-0,95$ до $-0,23$, при $p=0,013$). Так же обратные корреляции были и с динамикой без жировой массы – $r=-0,7$ (r от $-0,93$ до $-0,04$, при $p=0,036$), но доверительный интервал приближается почти захватывает нуль. При этом, несмотря на то, что БИА состава тела это изначально использовался для оценки количества жидкости в организме (Ward L. С., 2022), не выявлено корреляций между количеством принятой воды в ходе приема пищи (от 200 до 570 мл) с изменениями в показателях БИА.

Большее повышение отмечалось для показателя содержания минералов, которое повысилось на 3,4% ($p=0,011$). Изменения содержания жира как в килограммах ($p=0,12$), так и в процентах ($p=0,66$) не носили статистически значимый характер. При этом эти показатели не имели положительной корреляции с количеством как принимаемой пищи, так и воды. Для показателей общего и внутриклеточного количества воды фиксировались отрицательные корреляции с суммарным количеством принимаемой пищи и воды $r=-0,74$ (r от $-0,94$ до $-0,14$, при $p=0,021$), сходная корреляция отмечалась и с относительной массой принятой пищи $r=-0,72$ (r от $-0,94$ до $0,08$, при $p=0,029$). Следует заметить, что 95 процентный доверительный диапазон для последней корреляции очень близок

к нулю, что может указывать на высокую вероятность случайного характера результата, т.е. результат возможно не будет воспроизводиться в генеральной выборке. Сходные изменения отмечались и в показателях сегментов тела. Возможно, обнаруженная динамика связана с тем, что прием пищи вызывает задержку жидкости в желудочно-кишечном тракте, что в целом может снизить объем внутриклеточной жидкости.

Показатель фазового угла ног, туловища и рук, при сравнительном анализе данных до и после приема пищи, не демонстрировал статистически значимые изменения. В то же время корреляционный анализ показал определенную зависимость фазового угла ног от суммарного количества принимаемой пищи и воды (рис. 1.): чем больше совокупный объем пищи и воды, тем больше снижается фазовый угол. При этом, корреляции отмечались и при сопоставлении показателей фазового угла, и с количеством съеденной пищи, но их величины были менее выражены: $r=-0,79$ (r от $-0,9$ до $-0,24$, при $p=0,01$) для правой ноги и $r=-0,7$ (r от $-0,9$ до $-0,05$, при $p=0,03$). При этом не было корреляций с количеством выпитой воды, что возможно связано с меньшим ее количеством – $0,35\pm 0,15$ гр, тогда как масса только еды – $0,49\pm 0,27$ гр, а в совокупности масса воды и еды – $1,4\pm 0,33$ гр.

Наиболее выраженная корреляция отмечалась с фазовым углом правой ноги $r=-0,86$ (r от $-0,97$ до $-0,45$, при $p=0,003$), меньшая с показателями левой ноги $r=-0,75$ (r от $-0,94$ до $-0,14$, при $p=0,02$). С фазовым углом остальных частей тела корреляций не обнаружено.

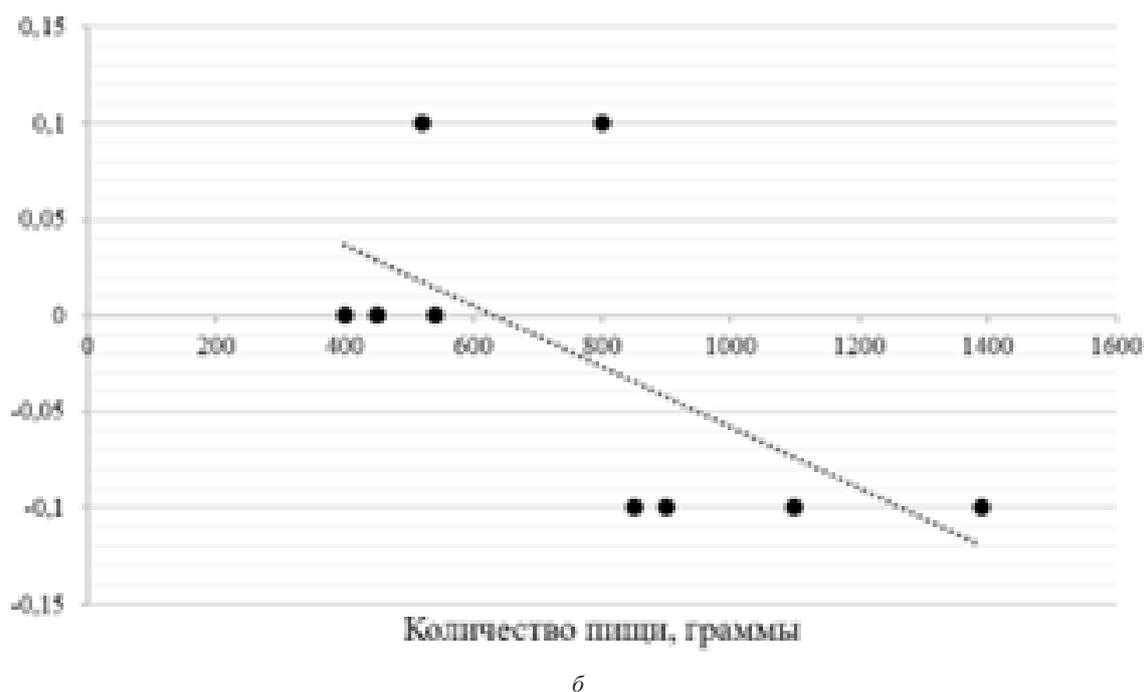
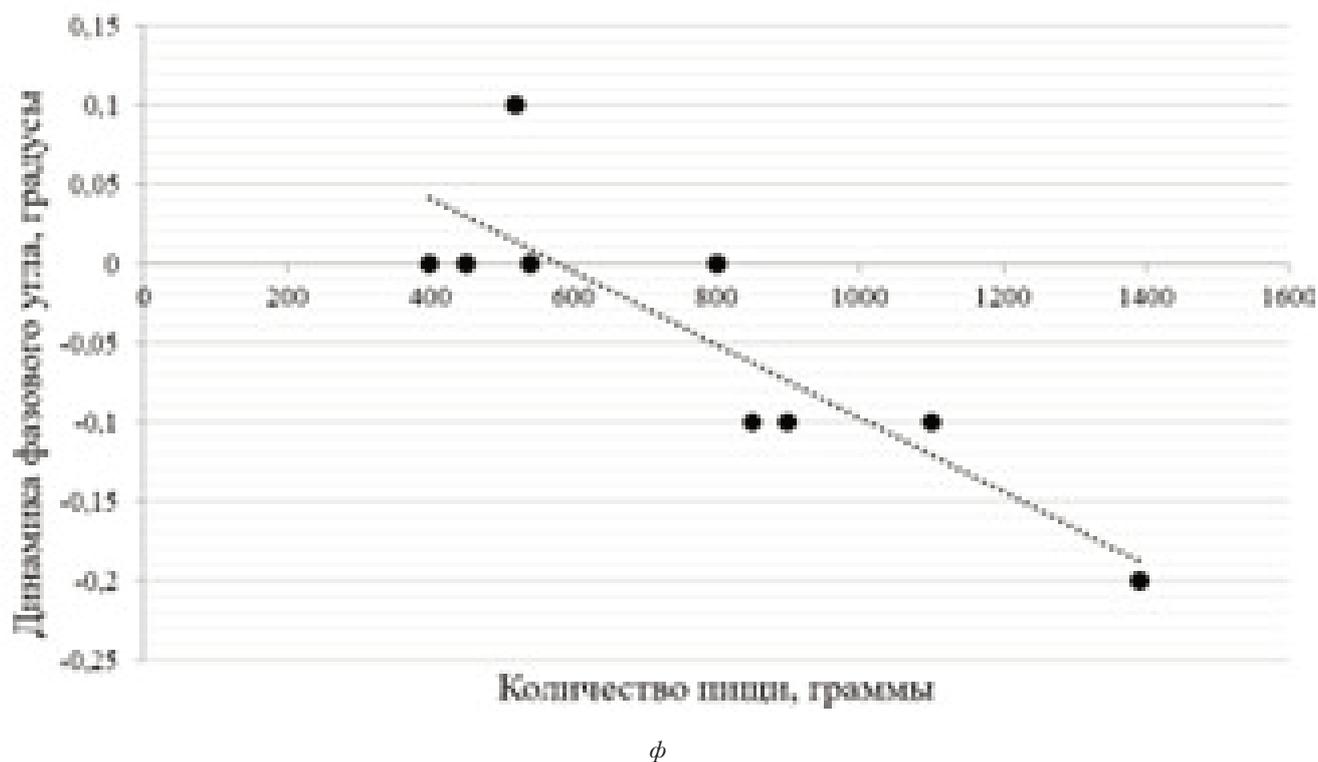


Рис. 2. Динамика фазового угла (50 кГц) для правой (а) и левой (б) ног после приема пищи
 Fig. 2. Phase angle dynamics (50 kHz) for the right (a) and left (b) legs after a meal

Заключение

Проведенное исследование показало, что прием пищи оказывает статистически значимое влияние на большинство параметров биоимпедансометрии, включая объем воды, белка, мышечной и безжировой массы, при этом наибольшее увеличение наблюдалось для последнего показателя. Корреляционный анализ выявил обратные связи

между объемом принятой пищи и воды и изменениями ряда показателей состава тела, включая фазовый угол нижних конечностей. Это указывает на необходимость стандартизации условий проведения биоимпедансного анализа, с учетом времени и количества последнего приема пищи для избежания искажения результатов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ward LC Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73(2):194–199.
2. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23(5):1226–1243. doi:10.1016/j.clnu.2004.06.004. PMID:15380917.
3. Коровина Д.К., Мавлиев Ф.А. Оценка гидратированности организма тхэквондисток в день взвешивания и в день поединков, методом биоимпедансного анализа. В: Актуальные медико-биологические проблемы спорта и физической культуры: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград; 2024. С. 45–48.
4. Ward LC, Brantlov S Bioimpedance basics and phase angle fundamentals. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):381–391. doi:10.1007/s11154-022-09780-3. PMID:36749540.
5. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука; 2009. 392 с.
6. Mialich MS, Jmf S, Jordao AA Analysis of body composition: a critical review of the use of bioelectrical impedance analysis. *Int J Clin Nutr.* 2014;2(1):1–10.
7. Androutsos O, Grammatikaki E, Karanikolou A, Reilly J, Edwards CA Impact of eating and drinking on body composition measurements by bioelectrical impedance. *J Hum Nutr Diet.* 2015;28(2):165–171.
8. Hirsch KR, Smith-Ryan AE Effect of acute feeding on raw bioimpedance values and body water estimates in healthy adults: 1970. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;54(9S):586.
9. Slinde F, Rossander-Hulthen L Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001;74(4):474–478.
10. Tinsley GM, Stratton M, Harty PS, Williams DA., White SJ, Rodriguez C et al. Influence of acute water ingestion and prolonged standing on raw bioimpedance and subsequent body fluid and composition estimates. *J Electr Bioimp.* 2022;13(1):10.
11. Deurenberg P, Weststrate JA, Hautvast JG Changes in fat-free mass during weight loss measured by bioelectrical impedance and by densitometry. *Am J Clin Nutr.* 1989;49(1):33–36.
12. Slinde F, Bark A, Jansson J, Rossander-Hulthen L Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12 h in the supine position. *Clin Nutr.* 2003;22(2):153–157.
13. Мавлиев Ф.А., Рылова Н.В., Коровина Д.К. Динамика показателей биоимпедансного анализа после дозированной физической нагрузки. *Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка.* 2024;3(2):7–11.
14. Yamaguchi S, Inami T et al. Bioimpedance analysis for identifying new indicators of exercise-induced muscle damage. *Sci Rep.* 2024;14(1):15299

REFERENCES

1. Ward LC Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73(2):194–199.
2. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23(5):1226–1243. doi:10.1016/j.clnu.2004.06.004. PMID:15380917.
3. Korovina D.K., Mavliev F.A. Ocenka gidratirovannosti organizma thekvondistok v den' vzhivaniya i v den' poedinkov, metodom bioimpedansnogo analiza. V: Aktual'nye mediko-biologicheskie problemy sporta i fizicheskoy kul'tury: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Volgograd; 2024. S. 45–48.
4. Ward LC, Brantlov S Bioimpedance basics and phase angle fundamentals. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(3):381–391. doi:10.1007/s11154-022-09780-3. PMID:36749540.
5. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedansnyy analiz sostava tela cheloveka. M.: Nauka; 2009. 392 s.
6. Mialich MS, Jmf S, Jordao AA Analysis of body composition: a critical review of the use of bioelectrical impedance analysis. *Int J Clin Nutr.* 2014;2(1):1–10.
7. Androutsos O, Grammatikaki E, Karanikolou A, Reilly J, Edwards CA Impact of eating and drinking on body composition measurements by bioelectrical impedance. *J Hum Nutr Diet.* 2015;28(2):165–171.
8. Hirsch KR, Smith-Ryan AE Effect of acute feeding on raw bioimpedance values and body water estimates in healthy adults: 1970. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;54(9S):586.
9. Slinde F, Rossander-Hulthen L Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001;74(4):474–478.
10. Tinsley GM, Stratton M, Harty PS, Williams DA., White SJ, Rodriguez C et al. Influence of acute water ingestion and prolonged standing on raw bioimpedance and subsequent body fluid and composition estimates. *J Electr Bioimp.* 2022;13(1):10.
11. Deurenberg P, Weststrate JA, Hautvast JG Changes in fat-free mass during weight loss measured by bioelectrical impedance and by densitometry. *Am J Clin Nutr.* 1989;49(1):33–36.
12. Slinde F, Bark A, Jansson J, Rossander-Hulthen L Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12 h in the supine position. *Clin Nutr.* 2003;22(2):153–157.
13. Mavliev F.A., Rylova N.V., Korovina D.K. Dinamika pokazatelej bioimpedansnogo analiza posle dozirovannoy fizicheskoy nagruzki. *Rossiyskiy zhurnal sportivnoy nauki: medicina, fiziologiya, trenirovka.* 2024;3(2):7–11.
14. Yamaguchi S, Inami T et al. Bioimpedance analysis for identifying new indicators of exercise-induced muscle damage. *Sci Rep.* 2024;14(1):15299.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 13.03.2025. Принята к публикации: 05.04.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 13.03.2025. Accepted for publication: 05.04.2025