

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА ТРЕКЕРОМ KLU

**А.А. Пискаев**<sup>1</sup>, [aleksander.piskaev@yandex.ru](mailto:aleksander.piskaev@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0002-2199-6893>

**Ю.Б. Кораблева**<sup>2</sup>, [julya-74@yandex.ru](mailto:julya-74@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2337-3531>

**В.В. Епишев**<sup>2</sup>, [epishev74@mail.ru](mailto:epishev74@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-7284-7388>

**Ж. Немет**<sup>3</sup>, [zsolt.nemeth@gamma.ttk.pte.hu](mailto:zsolt.nemeth@gamma.ttk.pte.hu), <http://orcid.org/0000-0002-6731-3189>

**Л.Д. Балахонова**<sup>2</sup>, [balahonovalada@yandex.ru](mailto:balahonovalada@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0001-5760-6159>

<sup>1</sup>ООО «Целебное прикосновение плюс», Челябинск, Россия

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

<sup>3</sup>Печский университет, Печ, Венгрия

**Аннотация.** Цель исследования – оценить точность измерения компонентного состава тела с помощью трекера KLU. **Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие 32 человека (мужчины  $n = 11$ , женщины  $n = 21$ ) в возрасте 19–35 лет ( $25,51 \pm 5,82$ ). Оборудование: стационарный ростомер РЭП, анализатор состава тела Tanita BC-418 MA, трекер состава тела KLU. **Результаты исследования.** Значимые различия по процентному содержанию жировой ткани в теле (более 20 %) были зафиксированы у 17 добровольцев, у шести добровольцев – более 40 %. Следовательно, у 53,12 % исследованных не наблюдалось совпадения результатов измерения различными приборами, причем у мужчин эта величина составила 63,63 %, а у женщин 47,61 %. Индивидуальные различия результатов измерения общей воды в организме приборами KLU и Tanita показал более схожие результаты. Так, различий более 20 % не было выявлено, более 10 % – наблюдались у добровольцев в 15,62 % случаев. **Заключение.** Таким образом, зафиксированные различия, составляющие более 20 процентов у 53,12 % исследованных добровольцев, не позволяют говорить о точности измерений трекера состава тела KLU, особенно его позиционирования как индивидуального устройства. Следовательно, его применение как индивидуальное устройство не является надежным способом контроля компонентного состава тела.

**Ключевые слова:** трекер состава тела, биоимпеданс, точность измерений

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ FENU-2020-0022 (№2020072ГЗ).

**Для цитирования:** Оценка точности измерения компонентного состава тела трекером KLU / А.А. Пискаев, Ю.Б. Кораблева, В.В. Епишев и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 1. С. 70–74. DOI: 10.14529/hsm220110

Original article  
DOI: 10.14529/hsm220110

## ACCURACY ASSESSMENT OF BODY COMPOSITION MEASUREMENT WITH KLU

**A.A. Piskaev**<sup>1</sup>, [aleksander.piskaev@yandex.ru](mailto:aleksander.piskaev@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0002-2199-6893>

**Yu.B. Korableva**<sup>2</sup>, [julya-74@yandex.ru](mailto:julya-74@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2337-3531>

**V.V. Epishev**<sup>2</sup>, [epishev74@mail.ru](mailto:epishev74@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-7284-7388>

**Z. Németh**<sup>3</sup>, [zsolt.nemeth@gamma.ttk.pte.hu](mailto:zsolt.nemeth@gamma.ttk.pte.hu), <http://orcid.org/0000-0002-6731-3189>

**L.D. Balakhonova**<sup>2</sup>, [balahonovalada@yandex.ru](mailto:balahonovalada@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0001-5760-6159>

<sup>1</sup>Tselebnoye Prikosnoveniye Plus (Healing Touch Plus) Clinic, Chelyabinsk, Russia

<sup>2</sup>South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>3</sup>University of Pécs, Pécs, Hungary

**Abstract. Aim.** The paper aims to assess the accuracy of body composition measurement by KLU. **Materials and methods.** The study involved 32 subjects (males  $n = 11$ ; females  $n = 21$ ) aged 19–35 years ( $25.51 \pm 5.82$ ). The following equipment were used for the purpose of the study: height meter, Tanita

BC-418 MA body composition analyser, KLU body composition tracker. **Results.** Significant differences in body fat (more than 20%) were found in 17 subjects. In 6 subjects, this difference was more than 40%. Therefore, in 53.12% of subjects the results obtained with different equipment did not coincide (63.63% – males; 47.61% – females). Better results were reported when measuring body water using the abovementioned equipment. There were no differences of more than 20%, while a 10%-difference was found in 15.62% of subjects. **Conclusion.** The difference of more than 20% reported in 53.12 % of subjects does not allow to consider KLU as an accurate device for body composition measurement or an accurate individual device. Therefore, its personal use cannot be a reliable method of body composition measurement.

**Keywords:** body composition tracker, bioimpedance, measurement accuracy

**Acknowledgements.** This work was accomplished as part of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation FENU-2020-0022, No 2020072Г3.

**For citation:** Piskaev A.A., Korableva Yu.B., Epishev V.V., Németh Z., Balakhonova L.D. Accuracy assessment of body composition measurement with KLU. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(1):70–74. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220110

**Введение.** Биоимпедансометрия стала популярным исследованием в связи с широким распространением в диетологии, фитнесе, косметологии и спортивной медицине. Биоимпедансометрия с помощью различных устройств предоставляет широкому кругу пользователей возможность отслеживать изменения параметров состава тела в зависимости от физических нагрузок и режима питания. Но, несмотря на растущую популярность, до сих пор существует много сомнений в точности измерений по сравнению со стационарным медицинским оборудованием [5, 9].

Несмотря на успехи в клиническом применении биоимпеданса, еще существуют некоторые проблемы, такие как интеграция устройств в системы электронного здравоохранения, поддерживающие удаленный мониторинг пользователей [1, 7]. Кроме того, сложность систем биоимпеданса довольно высока (подача тока, измерение напряжения, демодуляция, обработка и т. д.), а использование высокочастотных сигналов (от десятков до сотен кГц) требует большого энергопотребления, поэтому возникают новые проблемы для оптимизации аппаратного обеспечения по размеру, энергоэффективности, надежности и точности [2, 3].

Биоимпедансный анализ состава тела основан на существенном различии удельной электропроводности жировой ткани и тощей массы тела. Эта разница в 25 раз превышает соответствующую разницу в плотностях этих биологических тканей. Тощая масса тела (ТМТ) – общее количество обезжиренной (тощей) части тела, которое состоит из воды, белка, минералов и золы. Главным образом ТМТ представлена костями, мышцами, сухожилиями и тканями всех внутренних органов.

Биоимпедансометрия как метод определения состава тела приобрела широкое распространение благодаря: приемлемой точности и высокой воспроизводимости результатов измерения, возможности создания портативного оборудования, сравнительно невысокой стоимости оборудования и обследования, комфортности процедуры измерений для пользователя, удобству автоматической обработки данных [8].

Преимущество метода биоимпедансометрии заключается в возможности одновременной оценки клинически значимых параметров: активной клеточной массы (АКМ) и основного обмена. К АКМ относятся следующие структуры: нервные клетки, клетки мышц и органов, внутриклеточная жидкость. Биоимпедансометрия позволяет изучить локальные параметры состава тела с точностью характерной для компьютерной томографии [4].

В известных методиках биоимпедансного анализа используются различные схемы измерений. Их отличие в разных областях тела, по которым распространяется зондирующий ток. Во всех схемах измерения импеданса выполняются по тетраполярной методике, в соответствии с которой одна пара электродов служит для пропуска зондирующего тока, а другая пара – для регистрации напряжения (разности потенциалов) [6].

В данной работе применялись трекер состава тела KLU – одночастотный интегральный метод биоимпедансометрии и Tanita BC-418 MA – 8-контактная электродная система, проводящая сегментарный анализ состава тела без использования гелевых электродов с поэлементной оценкой различных частей тела.

**Организация и методы исследования.** В исследовании приняли участие 32 добро-

вольца в возрасте 19–35 лет ( $25,51 \pm 5,82$ ), 11 мужчин и 21 женщина. Исследование проводилось в первой половине дня, не менее чем за 3 часа после последнего приема пищи, измерения осуществлялись в нижнем белье и босиком.

Каждый испытуемый установил на личный телефон мобильное приложение «KLU», данные длины тела (рост) вводились после измерения с помощью стационарного ростометра «РЭП» (Россия). В дальнейшем последовательно было проведено 2 измерения биоимпедансного анализа состава тела с интервалом не более 5 минут: 1 – на анализаторе Tanita BC-418 MA (Япония), 2 – на трекере состава тела KLU (Корея). Анализировались следующие параметры согласно их описанию в мобильном приложении KLU: индекс массы тела, усл. ед. (ИМТ), общая вода организма, %, жировая масса, %, базальный метаболизм, ккал/сутки (БМ). Показателями Tanita,

сопоставительными с KLU являлись следующие: Body Mass Index (BMI), Basal Metabolic Rate (BMR), Body Fat % (Fat %) и Total Body Water (TBW). Ввиду отсутствия у данной модели Tanita результатов TBW в процентах (результаты в кг), расчет проводился по формуле

$$TBW, \% = (TBW, \text{кг} / \text{Weigh, кг}) \cdot 100 \%$$

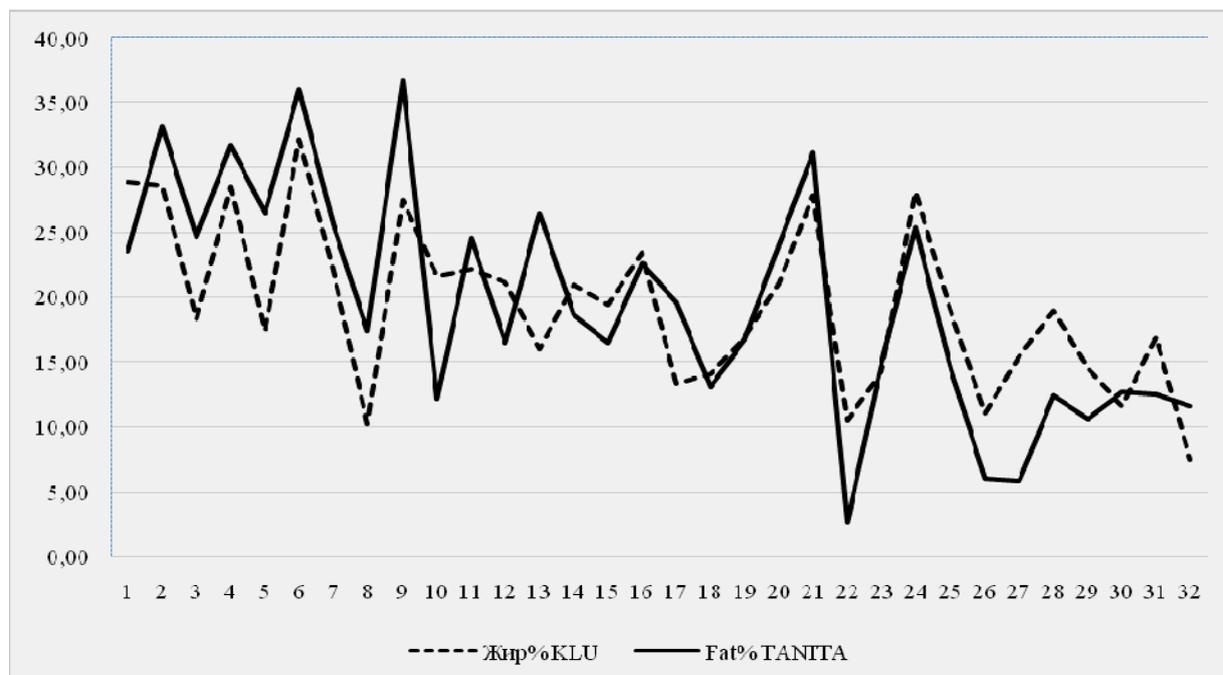
Для сравнительного анализа параметров проводилась статистическая обработка данных с использованием программы Statistica V.10.0.

**Результаты исследования.** В таблице представлены сравнительные показатели результатом анализа состава тела Tanita и KLU.

Из таблицы видно, что разница между показателем ИМТ и BMI составила 1,44 %, Вода и TBW – 0,37 %, Жир и Fat – 1,03 %, БМ и BMR – 5,94 %. Фактически между результатами измерения отсутствует статистические различия, что свидетельствует о схожести точности измерений приборами тела Tanita и

**Сравнительные показатели состава тела TANITA и KLU**  
**Body composition measurements obtained with TANITA and KLU**

Статистика Statistics	KLU				TANITA			
	ИМТ BMI	Вода, % TBW, %	Жир % Fat, %	БМ BMR	ИМТ BMI	Вода, % TBW, %	Жир % Fat, %	БМ BMR
М	21,53	58,86	19,39	1460,16	21,84	58,64	19,59	1546,94
m	3,47	4,76	6,41	217,89	3,57	6,42	8,85	317,56



**Рис. 1. Индивидуальные различия результатов измерения процентного содержания жировой ткани в тела приборами KLU (жир%) и Tanita (Fat %)**

**Fig. 1. Individual differences between body fat (%) measurements with KLU and Tanita**

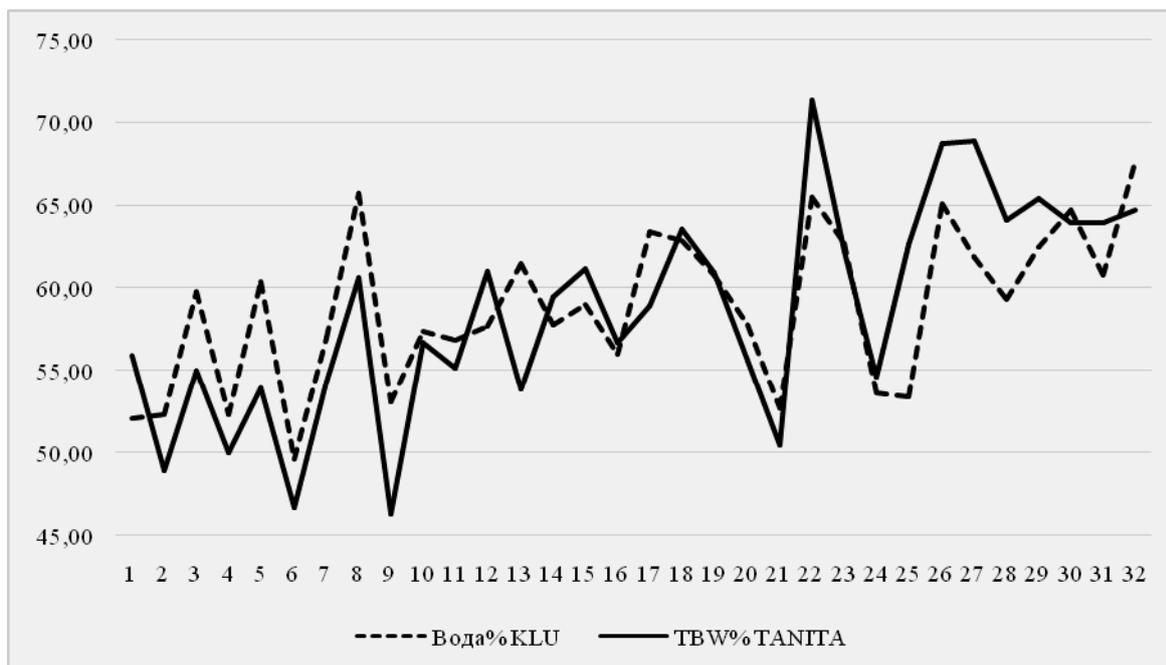


Рис. 2. Индивидуальные различия результатов измерения общей воды в организме приборами KLU (общая вода организма, %) и Tanita (TBW, %)

Fig. 2. Individual differences between total body water (%) measurements with KLU and Tanita

KLU. Однако при анализе индивидуальных различий измерений, выявлены явные расхождения как по жировой ткани (рис. 1), так и по общей воде в организме (рис. 2).

Как видно рис. 1, значимые различия по процентному содержанию жировой ткани в теле (более 20 %) зафиксированы у добровольцев с порядковыми номерами 1, 3, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 31 и 32, т. е. у 17 и 32 человек (из них у 10 женщин и 7 мужчин). У добровольцев с номерами 8, 10, 22, 26, 27 и 28 различия составили более 40 %. Следовательно, у 53,12 % исследованных не наблюдалось совпадение результатов измерения различными приборами, причем у мужчин эта величина составила 63,63 %, а у женщин 47,61 %.

Индивидуальные различия результатов измерения общей воды в организме приборами KLU и Tanita показал более схожие результаты (рис. 2). Так, различий более 20 % не было выявлено, более 10 % наблюдались у добровольцев с порядковыми номерами 5, 9, 13, 25 и 27, т. е. в 15,62 % случаев.

Таким образом, результаты сравнительной оценки состава тела приборами KLU и Tanita выявили неоднозначность результатов. С одной стороны, применение трекера состава тела KLU при массовой оценке показало свою точность и сопоставимость с результатами

Tanita. С другой стороны, выявлены значительные отклонения при оценке индивидуальных параметров, особенно результатов измерения процентного содержания жировой ткани. Можно утверждать, что зафиксированные различия, составляющие более 20 процентов у 53,12 % исследованных добровольцев, не позволяют говорить о точности измерений трекера состава тела KLU, особенно его позиционирования как индивидуального устройства.

**Заключение.** Результаты сопоставления результатов анализа состава тела трекером состава тела KLU и Tanita BC-418 MA выявили неоднозначность полученных данных. При оценке состава тела при массовых исследованиях KLU показал свою точность и сопоставимость с результатами Tanita. В сочетании с простотой использования и неинвазивным характером он подходит для оценки состава тела у различных групп населения. Однако анализ индивидуальных результатов показал рассогласованность результатов более чем у 50 % добровольцев, особенно данных процентного содержания жировой ткани. Следовательно, трекер KLU не обладает необходимой точностью измерений, его использование как индивидуальное устройство не является надежным способом контроля компонентного состава тела.

### Список литературы / References

1. De Carvalho P., Palacio J., Van Noije W. Area Optimized CORDIC-Based Numerically Controlled Oscillator for Electrical Bio-Impedance Spectroscopy. *IEEE International Frequency Control Symposium*, 2016, pp. 1–6. DOI: 10.1109/FCS.2016.7546728
2. Kelly J.S., Metcalfe J. Validity and Reliability of Body Composition Analysis Using the Tanita BC 418 MA. *JEP online*, 2012, no. 15 (6), pp. 74–83.
3. Laffaye G., Epishev V.V., Tetin I.A. et al. Predicting Body Fat Mass by IR Thermographic Measurement of Skin Temperature: a Novel Multivariate Model. *Quantitative InfraRed Thermography*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 192–209. DOI: 10.1080/17686733.2019.1646449
4. Naranjo-Hernández D., Reina-Tosina J., Min M. Fundamentals, Recent Advances, and Future Challenges in Bioimpedance Devices for Healthcare Applications. *J. of Sensors*, 2019, vol. 2019, p. 42. DOI: 10.1155/2019/9210258
5. Pietrobelli A., Rubiano F., St-Onge M.-P., Heymsfield S.B. New Bioimpedance Analysis System: Improved Phenotyping with Whole-Body Analysis. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2004, no. 58, pp. 1479–1484. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601993
6. Popova T.V., Pance B., Maksutova G.I. et al. Psychophysiological Status in Overweight Individuals. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 2, pp. 20–26. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190203
7. Rossi S., Mancarella C., Mocenni C., Della Torre L. Bioimpedance Sensing in Wearable Systems: From Hardware Integration to Model Development. *IEEE 3<sup>rd</sup> International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)*, 2017, pp. 1–6. DOI: 10.1109/RTSI.2017.8065956
8. Surina-Marysheva E.F., Erlikh V.V., Korableva Yu.B. Physical Development of Young Hockey Players. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 21–31. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170403
9. Völgyi E., Tylavsky F.A., Lyytikäinen A. et al. Assessing Body Composition with DXA and Bioimpedance: Effects of Obesity. *The Obesity Society*, 2008, vol. 16, iss. 3, pp. 700–705. DOI: 10.1038/oby.2007.94

#### Информация об авторах

**Пискаев Александр Александрович**, ведущий специалист клиники, ООО «Целебное прикосновение плюс». Россия, 454112, Челябинск, Комсомольский проспект, д. 33д.

**Кorableва Юлия Борисовна**, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра спортивной науки, преподаватель кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет. Россия, 454080, Челябинск, проспект Ленина, д. 76.

**Епишев Виталий Викторович**, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, директор научно-исследовательского центра спортивной науки, Южно-Уральский государственный университет. Россия, 454080, Челябинск, проспект Ленина, д. 76.

**Немет Жольт**, профессор, кафедра теории и практики спорта, факультет естественных наук, институт спортивной науки и физического воспитания, Печский университет. Ул. 48-ас тер 1, 7622, Печ, Венгрия.

**Балахонова Лада Дмитриевна**, студент, Южно-Уральский государственный университет. Россия, 454080, Челябинск, проспект Ленина, д. 76.

#### Information about the authors

**Aleksandr A. Piskaev**, Leading Expert, Tselebnoye Prikosnoveniye Plus (Healing Touch Plus) Clinic, Chelyabinsk, Russia.

**Yuliya B. Korableva**, Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher, Research Center for Sports Science, Lecturer at the Department of Performance Enhancement, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Vitaliy V. Epishev**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport, Head of the Research Center for Sports Science, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Zho't Németh**, Professor, Department of Theory and Practice of Sports, Faculty of Sciences, Institute of Sport Science and Physical Education, University of Pécs, Pécs, Hungary.

**Lada D. Balakhonova**, Undergraduate Student, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

*Статья поступила в редакцию 16.01.2022*

*The article was submitted 16.01.2022*