

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ СОСТАВ ТЕЛА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С ОЖИРЕНИЕМ

Герасимчик О. А., Гириш Я. В.

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Сургутский государственный университет», Медицинский институт, Сургут, Россия

**Контактная информация:**

Герасимчик Олеся Александровна,  
БУ ВО «Сургутский государственный  
университет», Медицинский институт,  
ул. Ленина, д. 1, Сургут, Россия, 626400.  
E-mail: alesjamed@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 25.02.2019  
и принята к печати 11.03.2019.

### Резюме

**Актуальность.** Неуклонный рост ожирения в детской возрастной группе определяет необходимость использования комплексных современных подходов к диагностике и терапии.

**Цель.** Определить композиционный состав тела подростков с различной массой тела для количественного анализа внутренних сред организма с помощью метода биоимпедансометрии.

**Материалы и методы.** Для определения композиционного состава тела обследован 121 подросток в возрасте 10–17 лет, средний возраст составил 13,9 лет ( $\pm 2,1$ ). Оценка антропометрических данных и определение индекса массы тела (ИМТ) на 1-ом этапе исследования позволили выделить 3 группы пациентов: 1-я группа — подростки с нормальной массой тела, 40 человек (33 %), 2-я группа — с избыточной массой тела, 48 человек (40 %) и 3 группа — с ожирением, 33 подростка (27 %). На 2-ом этапе проведен анализ структуры тела с помощью компьютерной импедансометрии, позволяющей определить состав тела в процентном соотношении.

**Результаты.** При оценке структуры тела в группе с нормальной массой тела содержание жировой ткани соответствует нормальному значению. У подростков с избыточной массой тела и ожирением в 100 % случаев отмечалось повышенное содержание жировой массы. В группе подростков с нормальной массой тела процентное отклонение активной клеточной массы (АКМ) составляет 16–17 %, в группе с избыточной массой тела — 12–40 %. Недостаточная, а также избыточная процентная доля АКМ вызывает чувство голода. Чем выше АКМ у полных подростков, тем сложнее процесс снижения веса. При проведении оценки основного обмена получено, что в группе пациентов с ожирением показатели превышали таковые в группах с нормальной и избыточной массой тела.

**Заключение.** Применение биоимпедансного анализа позволяет создать оптимальный комплекс последовательных воздействий, направленных на коррекцию жировой массы, водного состава и мышечную массу тела пациента, что определяет более направленное и эффективное снижение веса и возможность динамического контроля.

**Ключевые слова:** ожирение, подростки, состав тела, биоимпедансный анализ.

*Для цитирования:* Герасимчик О.А., Гириш Я.В. Композиционный состав тела у детей и подростков с ожирением. Трансляционная медицина. 2019;6(1): 51–57.

## COMPOSITIONAL COMPOSITION OF THE BODY IN OBESE CHILDREN AND ADOLESCENTS

Gerasimchik O. A., Girsh Ya. V.

Medical Institute of Surgut State University, Surgut, Russian Federation

**Corresponding author:**

Gerasimchik Olesja A.,  
Surgut State University, Medical Institute,  
Lenin str. 1, Surgut, Russia, 626400.  
E-mail: alesjamed@yandex.ru

Received 25 February 2019; accepted 11  
March 2019.

### Abstract

**Background.** The steady growth of obesity in the children's age group determines the need for integrated modern approaches to diagnosis and therapy.

**Objective.** To determine the body composition of adolescents with different body mass for the quantitative analysis of the internal environment of the organism using the method bioimpedancemetry.

**Design and methods.** To determine the composition of the body, 121 adolescents aged 10–17 years were examined, the average age was 13.9 years ( $\pm 2.1$ ). Evaluation of anthropometric data and determination of BMI at the 1st stage of the study allowed to identify 3 groups of patients: group 1 — adolescents with normal body weight, 40 people (33 %), group 2 — overweight, 48 people (40 %) and group 3 — obese, 33 adolescents (27 %). At stage 2nd, the analysis of the body structure using computer impedance, which allows to determine the composition of the body in a percentage.

**Results.** When assessing the structure of the body, in group with normal body weight, the content of adipose tissue corresponds to the normal value. In adolescents overweight and obesity in 100 % of cases there was an increased content of fat mass. In the group of adolescents with normal body weight, the percentage deviation of AKM is 16–17 %, in the group with excess body weight 12–40 %. Insufficient as well as excessive percentage of AKM causes hunger. The higher AKM in full adolescents, the more difficult the process of weight loss. During the evaluation of the main metabolism it was found that in the group of obese patients the indicators exceeded those in the groups with normal and overweight.

**Conclusion.** The use of bioimpedance analysis allows to create an optimal set of sequential effects aimed at correcting the fat mass, water composition and muscle mass of the patient, which determines a more directed and effective weight loss and the possibility of dynamic control.

**Key words:** obesity, children, teenagers, body composition, bioimpedance analysis.

*For citation: Gerasimchik OA, Girsh YaV. Compositional Composition Of The Body In Obese Children And Adolescents. Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2019;6(1): 51–57. (In Russ.)*

Список сокращений: АКМ — активная клеточная масса; ИМТ — индекс массы тела; ОО — основной обмен; SDS — standard deviation score.

### Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более миллиарда человек в мире имеют лишний вес и более 300 млн больны ожирением [1]. В детской возрастной группе количество детей и подростков с избыточной массой тела превышает 30 млн, а у 15 млн **диагностировано** ожирение [2]. В этой связи ожирение относится

к наиболее значимым проблемам здравоохранения практически всех стран мира. Проблема ожирения полиэтиологична и связана как с изменившимися стереотипами питания в обществе и семье, образом жизни, недостаточным уровнем физической активности, так и со значимой психогенной нагрузкой, особенно выраженной у детей и подростков в условиях активного формирования органов и систем, в том числе нервной системы. Раннее формирование избыточной массы тела и ожирения в 5 раз увеличивает риск ожирения в старшей возрастной группе [3, 4], что определяет формирование целого

комплекса патологических симптомов и синдромов, значительно снижая качество жизни, ее продолжительность, а также определяет значительные экономические издержки для систем здравоохранения и социального обеспечения.

В педиатрической практике основным критерием избыточной массы тела и ожирения является индекс массы тела (ИМТ) (масса тела, кг / рост, м<sup>2</sup>). Показатели физического развития у детей и подростков определяются по данным перцентильных таблиц и/или стандартных отклонений ИМТ (SDS — standard deviation score) и варьируется от возраста и гендерных различий [1]. Всемирная организация здравоохранения использует стандартные отклонения: -1, -2, -3 SDS, медиана и +1, +2, +3 SDS [1]. Согласно рекомендациям ВОЗ, ожирение у детей и подростков следует диагностировать при +2,0 SDS ИМТ, а избыточную массу тела — от +1,0 до +2,0 SDS ИМТ [5]. Для оценки композиционного состава тела применяют метод биоимпедансометрии [6]. Данная методика позволяет оценить ряд показателей, которые отражают состояние основного обмена, активной клеточной массы, жировую и безжировую массу и общее содержание воды в организме [5]. Оценка композиционного состава тела позволяет получить более полную информацию о структурной составляющей тела ребенка и необходима как для осуществления контроля за физическим и психоэмоциональным здоровьем ребенка, так и для профилактики прогрессирования избыточной массой тела и ожирения [3, 7, 8].

Цель настоящего исследования: определить композиционный состав тела подростков с различной массой тела для количественного анализа внутренних сред организма с помощью метода биоимпедансометрии.

### Материалы и методы

На базе детских отделений городской клинической больницы проведено скрининговое исследование биоимпедансного анализа состава тела у подростков с различной массой тела (n = 121). Для оценки состава тела был использован аппарат «Диамант-АИСТ» (Санкт-Петербург).

На 1-ом этапе пациентам проведена оценка антропометрических данных, которая включала измерение массы, длины тела, окружность талии (ОТ), окружность бедер (ОБ), окружность запястья (ОЗ), индекс отношения ОТ/ОБ, осмотр органов и систем для выявления патологии.

На 2-ом этапе проведен анализ структуры тела с помощью компьютерной импедансометрии, позволяющей определить состав тела в процентном соотношении. Для исследования композиционного

состава тела использовали биоимпедансный анализатор «Диамант-АИСТ», подключенный к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением, ростомер, весы, сантиметровую ленту, кушетку. Исследования выполняли в положении пациентов лежа на спине с корректным расположением электродов во избежание ошибки в измерении импеданса [9]. Правильное расположение электродов имеет важное значение, так как смещение их на 1 см вдоль направления зондирующего тока приводит к двухпроцентной ошибке в измерении импеданса. Исследование неинвазивно, практически не имеет противопоказаний, кроме наличия у пациента кардиостимулятора, поэтому обосновано в детской возрастной группе [10, 11].

При проведении исследования произведена оценка жировой и безжировой массы, ИМТ, активной клеточной массы, процентного содержания жира в организме, объема общей жидкости, внеклеточной и внутриклеточной жидкости, основного обмена и метаболического возраста [12]. Результаты исследования обработаны с применением программы STATISTIKA, версия 8, программы Microsoft Excel 7.0. Использован метод корреляционного анализа с вычислением коэффициентов ранговой корреляции Спирмена. Проверку статистических гипотез осуществляли с помощью ранговой (непараметрической) статистики, парное сравнение показателей между двумя группами проводили с помощью критерия Манна-Уитни, сравнение трех групп - ANOVA Краскела-Уоллиса.

### Результаты исследования и их обсуждение

С целью определения композиционного состава тела был обследован 121 подросток в возрасте 10–17 лет, средний возраст  $13,9 \pm 2,1$  лет. Оценка антропометрических данных и определение ИМТ на 1-ом этапе исследования позволили выделить 3 группы пациентов: 1-я группа — подростки с массой тела, соответствующей возрасту и полу, 40 человек (33 %), 2-я группа — с избыточной массой тела, 48 человек (40 %) и 3-я группа — с ожирением, 33 подростка (27 %). ИМТ у детей в группе с избыточной массой тела превышал нормальное значение в 1,2 раза, в группе с ожирением - в 1,7 раза, а различия между последними составили 1,4 (рис. 1).

Одним из важных компонентов состава тела является жировая ткань. В пубертатном периоде увеличивается общая жировая масса, и одновременно происходит увеличение безжировой массы тела, за счет роста внутренних органов, скелетно-мышечной массы, жидкости [5].

Биоимпедансометрия позволяет выявить соотношение жировой и безжировой массы, что необхо-

димо для создания оптимального комплекса мероприятий по снижению веса и оценки адекватности проводимых мероприятий [12]. В исследуемой группе подростков с ожирением в 100 % случаев отмечалось повышенное содержание жировой массы, что было прогнозируемо, с достоверной разницей между исследованными группами (рис. 2).

Безжировая масса — это часть массы тела, которая включает в себя кости, мышцы, мозг, нервы, все органы и все жидкости, находящиеся в организме. Безжировая масса характеризуется высоким уровнем удельной метаболической активности и является главной детерминантой основного обмена [13]. Снижение данного показателя отмечается при истощении, вследствие дефицита питания,

тяжелых заболеваний. Безжировая масса постепенно увеличивается в период роста организма. Кроме того, в пубертатный период у мальчиков происходит более быстрый рост скелетной и мышечной массы, чем у девочек [14]. Безжировая масса статистически значимо больше нормы была выявлена в группе подростков с ожирением (рис. 3).

**Активная клеточная масса (АКМ)** является долей безжировой массы и зависит от возраста, роста, генетических особенностей. В состав АКМ входят органы, мышцы, мозг и нервные клетки [6]. Активная клеточная масса состоит из физиологически активных структур организма, которые состоят в большей части из белка и сжигают жиры. В группе подростков с нормальной массой тела процентное

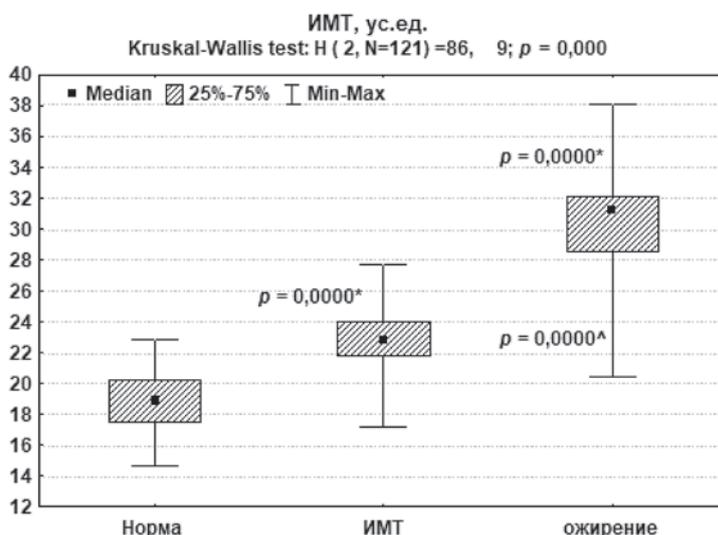


Рис. 1. Сравнительная характеристика показателя индекса массы тела в группах подростков с нормальной, избыточной массой тела и ожирением

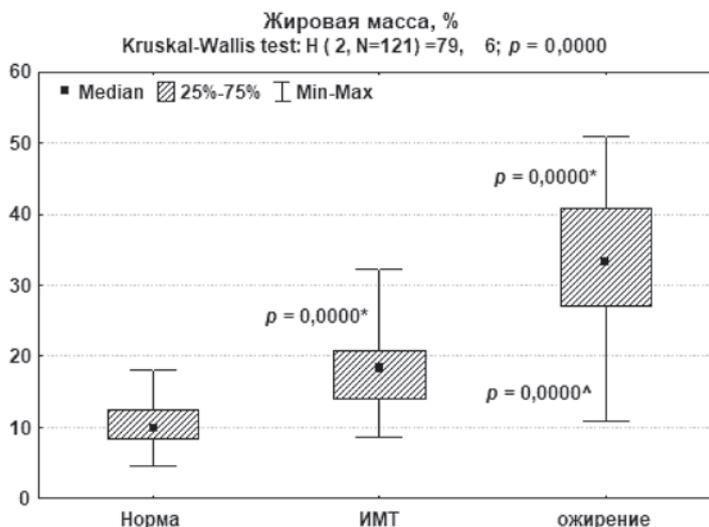


Рис. 2. Характеристика жировой массы тела в группах подростков с нормальной, избыточной массой тела и ожирением

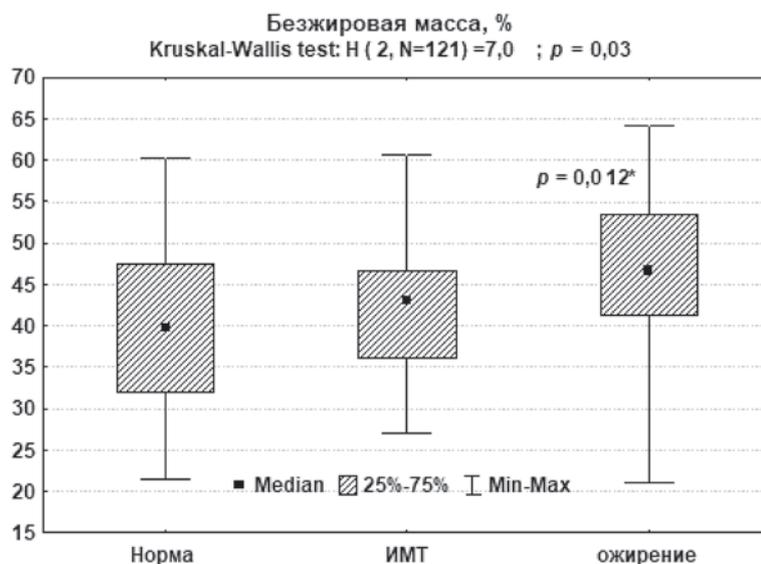


Рис. 3. Относительное содержание безжировой массы в группах подростков с нормальной, избыточной массой тела и ожирением

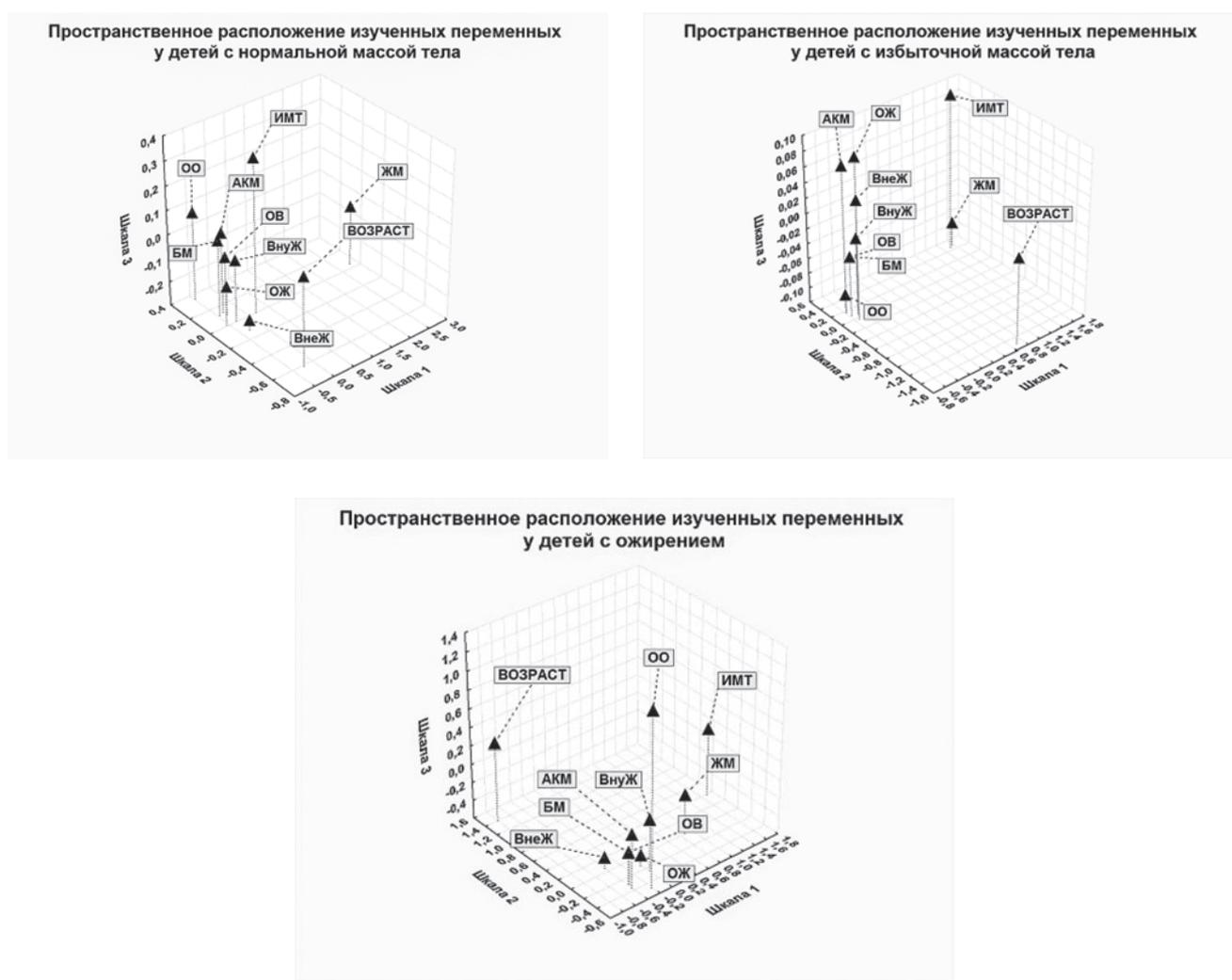


Рис. 4. Пространственное расположение изучаемых переменных в группах детей с различной массой тела

**Таблица 1. Результаты корреляционного анализа связей антропометрических и биоимпедансометрических показателей детей с нормальной, избыточной массой тела и ожирением**

Показатели	Группы		
	Норма, n = 40	Избыточная масса, n = 48	Ожирение, n = 33
Масса	r = 0,93	r = 0,96	r = 0,72
	p = 0,0000	p = 0,0000	p = 0,0000
Жировая масса	r = 0,39	r = 0,65	r = 0,75
	p = 0,013	p = 0,0000	p = 0,0000
Безжировая масса	r = 0,95	r = 0,97	r = 0,76
	p = 0,0000	p = 0,0000	p = 0,0000
Внеклеточная жидкость	r = 0,90	r = 0,90	r = 0,72
	p = 0,0000	p = 0,0000	p = 0,0000
Внутриклеточная жидкость	r = 0,97	r = 0,95	r = 0,83
	p = 0,0000	p = 0,0000	p = 0,0000

отклонение АКМ составляет 16–17 %, в группе с избыточной массой тела — 12–40 %. Недостаточная, а также избыточная процентная доля АКМ вызывает чувство голода. Поэтому при наличии значительной составляющей АКМ у подростков с избыточной массой тела происходит образование так называемого «порочного круга», определяющего высокий аппетит [5]. Таким образом, у пациентов имеет место не только избыток жировой ткани, вследствие усиленного питания, но и избыток АКМ, дополнительно вызывающей еще большее усиление голода [15]. Чем выше АКМ у полных подростков, тем сложнее процесс снижения веса.

**Основной обмен (ОО) веществ** представляет собой расход энергии организма в состоянии полного покоя и обеспечивает функции всех органов и систем, поддержание температуры тела. При проведении оценки основного обмена получено, что в группе пациентов с ожирением показатели превышали таковые в группах с нормальной и избыточной массой тела.

Наиболее наглядно различия пространственного распределения полученных переменных представлено при многомерном шкалировании в трех плоскостях (рис. 4).

В ходе корреляционного анализа были выявлены взаимосвязи показателей ОО, антропометрических данных (возраста, веса, роста, ИМТ) и биоимпедансометрических характеристик (жировая масса, безжировая масса, активная клеточная масса, общая вода, общая жидкость, внеклеточная и внутриклеточная жидкость) у детей с нормальной, из-

быточной массой тела и ожирением [8]. В группах подростков с нормальной, избыточной массой тела и ожирением показатели ОО имели значимые корреляционные связи с биоимпедансометрическими показателями их тела (табл. 1). Наиболее сильные корреляционные связи были выявлены по таким параметрам, как масса тела, безжировая масса, внеклеточная и внутриклеточная жидкости.

Таким образом, появление избыточной массы тела и ожирения приводит к изменениям корреляционных матриц и внутренних связей изученных независимых переменных биоимпедансометрии. Существенным является тот факт, что переменная, характеризующая общий обмен, при ожирении располагалась изолированно на большом расстоянии от остальных независимых переменных, что свидетельствует о развитии необратимых и неконтролируемых изменений регуляции основного обмена при ожирении.

**Заключение**

Использование биоимпедансного анализа в педиатрической практике позволяет определить структуру тела, комплексно оценивать значения физического развития, определять конституциональную норму и ранние проявления избыточного жираотложения. Учитывая простоту использования, экономичность, отсутствие инвазивности исследования, данный метод может быть широко внедрен в реальную клиническую практику оценки структуры тела у детей и подростков с избыточной массой и ожирением. Применение биоимпедансного анализа позволяет создать оптимальный комплекс последова-

тельных воздействий по раннему и эффективному снижению веса с контролем показателей в динамике для оценки адекватности проводимых мероприятий.

### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

### Список литературы / References

1. WHO. Obesity and Overweight. Newsletter. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/> (october 2017) [ВОЗ. Ожирение и избыточный вес. Информационный бюллетень. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/> (октябрь 2017)].
2. Dedov II, Peterkova VA. Federal Clinical Recommendations (Protocols) on Management of Children with Endocrine Diseases. M.: Practice. 2014. p. 442. In Russian [Дедов И. И., Петеркова В. А. Федеральные клинические рекомендации (протоколы) по ведению детей с эндокринными заболеваниями. М.: Практика, 2014. с. 442].
3. Vasyukova OV. Federal Clinical Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Obesity in Children and Adolescents. M.: Institute of Pediatric Endocrinology ENC. 2015:8–12. In Russian [Васюкова О. В. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению ожирения у детей и подростков. М.: Институт детской эндокринологии ЭНЦ. 2015:8–12].
4. Balanova YA, Shalnova SA, Deev AD et al. Obesity in Russian Population — Prevalence and Association with the Non-Communicable Diseases Risk Factors. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2018;(6):123–130. In Russian [Баланова Ю. А., Шальнова С. А., Деев А. Д. и др. Ожирение в российской популяции — распространенность и ассоциации с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний. Российский кардиологический журнал. 2018;(6):123–130].
5. Rudnev SG, Soboleva NP, Sterlikov SA et al. Bioimpedance Study of the Body Composition of the Russian Population. Moscow: Central Research Institute for Organization and Informatization of Health. 2014. p. 493. In Russian [Руднев С. Г., Соболева Н. П., Стерликов С. А. и др. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М.: Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения. 2014. с. 493].
6. Gritsinskaya V. L. “Weight Jump” as a Predictor of Obesity in Adolescents. *Voprosy detskoj dietologii*. 2017;15(3):20–23. In Russian [Грицинская В. Л. «Скачок массы тела» как предиктор ожирения у подростков. Вопросы детской диетологии. 2017;15(3):20–23].
7. Okorokov PL, Vasyukova OV, Vorontsov AV. The Methods for the Characteristic of Adipose Tissue in the Organism and Their Clinical Significance. *Problemy ehndokrinologii = Problems of endocrinology*. 2014;60(4):53–58. In Russian [Окорокhov П. Л., Васюкова О. В., Воронцов А. В. Методы оценки количества и распределения жировой ткани в организме и их клиническое значение. Проблемы эндокринологии. 2014;60(4):53–58].
8. Peshkov MV, Sharaykina EP. Gender Features of Bioelectrical Impedance Analysis Indicators According to the Body Mass Index of Students. *Сибирское медицинское образование = Siberian medical education*. 2014;6:52–57. In Russian [Пешков М. В., Шарайкина Е. П. Гендерные особенности показателей биоимпедансометрии в зависимости от индекса массы тела студентов. Сибирское медицинское образование. 2014;6:52–57].
9. Bauer JM. Principles for the Standardization of the Assessment of Muscle Strength and Power. *WCO-IOF-ESCEO. World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*. 2018. p. 75.
10. Hofsteenge GH, Chinapaw MJ, Weijs PJ. Fat-free Mass Prediction Equations for Bioelectric Impedance Analysis Compared to Dual Energy X-ray Absorptiometry in Obese Adolescents: A Validation Study. *BMC Pediatr*. 2015;15:158.
11. Schwarz SM. Obesity in Children. *Medscape*. 2017 [<https://emedicine.medscape.com/article/985333-overview>].
12. Verney J, Metz L, Chaplais E et al. Bioelectrical Impedance is an Accurate Method to Assess Body Composition in Obese but not Severely Obese Adolescents. *Nutr Res*. 2016;36(7):663–670.
13. Sulejmanova RR. Possibilities of Using Bioimpedancemetry in Children and Adolescents with Obesity. *Byulleten' medicinskih internet-konferencij = Bulletin of medical online conferences*. 2017;7(6):1214. In Russian [Сулейманова Р. Р. Возможности применения биоимпедансометрии у детей и подростков с ожирением. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017;7(6):1214].
14. Nedogoda SV, Vertkin AL, Naumov AV et al. Obesity and Comorbid Pathology in the Practice of a Polyclinic Physician (Definition, Diagnosis; Non-drug Treatment; Treatment of Obesity and Comorbid Pathology). *Ambulatornyj priem = Outpatient admission*. 2016; V2, 1(4): 4–33. In Russian [Недогода С. В., Вёрткин А. Л., Наумов А. В. др. Ожирение и коморбидная патология в практике поликлинического врача (определение, диагностика; немедикаментозное лечение; лечение ожирения и коморбидной патологии). *Амбулаторный прием*. 2016; Т. 2. 1(4):4–33].
15. Girsh YaV., Gerasimchik OA. The Role and Place of Bioimpedance Analysis Assessment of Body Composition of Children and Adolescents with Different Body Mass. *Byulleten' sibirskoj mediciny = Bulletin of Siberian medicine*. 2018;17(2):121–132. In Russian [Гирш Я. В., Герасимчик О. А. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела. *Бюллетень сибирской медицины*. 2018;17(2):121–132].

### Информация об авторах:

Герасимчик Олеся Александровна, ассистент кафедры детских болезней БУ ВО «Сургутский государственный университет», Медицинский институт;

Гирш Яна Владимировна, доктор медицинских наук, профессор кафедры детских болезней БУ ВО «Сургутский государственный университет», Медицинский институт.

### Author information:

Gerasimchik Olesya A., Assistant of Children's Diseases Department, Surgut State University, Medical Institute;

Girsh Yana V., MD, PhD, Professor of Children's Diseases Department, Surgut State University, Medical Institute.