

УДК 613. 595

DOI: 10.17072/1994-9952-2019-4-496-500.

И. Е. Штина<sup>a</sup>, С. Л. Валина<sup>a</sup>, О. Ю. Устинова<sup>a,b</sup>, О. А. Маклакова<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермь, Россия

<sup>b</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА У ШКОЛЬНИКОВ

Представлены результаты биоимпедансного исследования учащихся средней общеобразовательной школы разных возрастных групп. Компонентный анализ состава тела проводился с применением анализатора ABC-01 «Медасс» по стандартной схеме. Анализ результатов показал, что оптимальные значения параметров, коррелирующих с физической тренированностью и физическим развитием зафиксированы у детей 6–7 лет. Низкие значения фазового угла регистрировались у 40.0% детей 12–13 лет. Высокие значения ИМТ, доли ЖМ, являющейся индикатором истинного ожирения, выявлялись с приблизительно равной частотой у детей 12–13 лет и 15–17 лет (32.5–45.0%,  $p > 0.05$ ). Снижение общей гидратации чаще всего регистрировалась у младших школьников (39.3%), избыток – у учащихся основной школы (48.6%). Отклонения показателей состава тела от возрастных трендов могут служить критериями отнесения детей и подростков к группам риска здоровью для разработки коллективных программ профилактики и реабилитации.

**Ключевые слова:** биоимпедансное исследование; школьники; возрастные особенности.

I. E. Shtina<sup>a</sup>, S. L. Valina<sup>a</sup>, O. Yu. Ustinova<sup>a,b</sup>, O. A. Maklakova<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation

<sup>b</sup> Perm State University, Perm, Russian Federation

## AGE CHARACTERISTICS OF THE COMPONENT COMPOSITION OF THE BODY AT SCHOOLCHILDREN

The article presents the results of a bio-impedance study of students in secondary schools of different age groups. Component analysis of body composition was carried out using the analyzer ABC-01 "Medass" according to the standard scheme. The analysis of the results showed that the optimal values of the parameters correlating with physical fitness and physical development were recorded in children 6-7 years old. Low values of the phase angle were recorded in 40.0% of children 12-13 years old. High values of the body mass index, the proportion of fat mass, which is an indicator of true obesity, were detected with approximately equal frequency in children 12-13 years old and 15-17 years old (32.5-45.0%,  $p > 0.05$ ). A decrease in general hydration was most often recorded in primary school students (39.3%), and excess in primary school students (48.6%). Deviations of body composition from age trends can serve as criteria for classifying children and adolescents as a risk group for health in order to develop collective prevention and rehabilitation programs.

**Key words:** bioimpedance research; pupils; age features.

Гармоничное физическое развитие и нутритивный статус являются объективными показателями здоровья ребенка. Отклонение антропометрических показателей, параметров импеданса состава тела является признаком функциональных и органических нарушений здоровья. Профилактика формирования хронических заболеваний является одним из важных направлений современного здравоохранения [Руденко, Мельникова, 2009; Руднев и др., 2014; Николаев, 2016; Макарова, 2017]. Изучение распространённости различных форм нарушений питания у учащихся является актуальным в связи с повышенным риском формирования хронической соматической патологии в после-

дующие возрастные периоды [Childhood ...; Руднев и др., 2014; Дедов, Шестакова, Майоров, 2017]. В настоящее время используется несколько методик по оценке питания: перцентильные таблицы, Z-scores, разработанные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), которые не учитывают состав тела [Childhood ...]. В современной медицине все чаще широкое применение находит метод биоимпедансного анализа (БИА) состава тела, основанный на измерении электрической проводимости биологических тканей, таких как жировая, тощая, клеточная, скелетно-мышечная и воды организма [Jaffrin, 2009; Анисимова и др., 2014; Руднев и др., 2014; Николаев, 2016]. Учитывая не-

инвазивность и малые временные затраты на исследование, возможно применение данного метода при массовых скрининговых осмотрах и последующем обосновании медико-профилактических программ для коррекции питания и образа жизни организованных детских групп [Тарасова, 2006; Анисимова и др., 2014; Кучма, 2014].

Цель исследования – изучение возрастных особенностей компонентного состава тела у школьников методом биоимпедансного анализа.

## Материалы и методы

В исследовании приняли участие 103 учащихся одной средней общеобразовательной школы. Группу наблюдения 1 составили 28 учащихся первого класса в возрасте  $7.6 \pm 0.5$  лет; группу наблюдения 2 – 35 учащихся основной школы (6–7-х классов в возрасте  $12,8 \pm 0,6$  лет), группу наблюдения 3 составили 40 учащихся средней школы (10–11-х классов в возрасте  $16.0 \pm 0.7$  лет). Группы были сопоставимы по половому признаку и социально-экономическим факторам ( $p > 0.05$ ).

Всем детям, включенным в исследование, проведены замеры массы (М) и длины тела (ДТ). Компонентный анализ состава тела проводился с применением анализатора АВС-01 «Медасс» по стандартной схеме с использованием одноразовых биоадгезивных электродов. В ходе исследования выполнена сравнительная оценка значений индекса массы тела (ИМТ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ), жировой массы (ЖМ, кг), доли жировой массы (доля ЖМ, %), тощей массы (ТМ, кг), активной клеточной массы (АКМ, кг) и ее доли (доля АКМ, %), фазового угла (ФУ, град), скелетно-мышечной массы (СММ) и доли СММ (%), минеральной массы (ММ) [7,9].

Исследование одобрено Этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления риска-

ми здоровью населения». Добровольное информированное согласие получено у всех законных представителей обследованных детей.

При проведении анализа полученных результатов нормальными считали значения, попадающие в 25–75 центиль. Выполнено сравнение показателей в зависимости от возраста, а также расчет среднегрупповых значений (М) параметров и ошибки средних (m). Для сравнения относительных показателей использован точный критерий Фишера. Достоверными считали различия при уровне  $p \leq 0.05$ . Обработку данных производили с помощью стандартного пакета статистических функций Microsoft Excel, 2010 [Тарасова, 2006; Руденко, Мельникова, 2009; Дедов, Шестакова, Майоров, 2017].

## Результаты

Оценка основных параметров состава тела методом биоимпедансного анализа показала, что у 17.9% детей группы наблюдения 1 встречались пониженные значения ФУ, у 32.1% – повышенные, у 50.0% – нормальные (табл. 1).

Каждый третий ребенок (35.7%) имел дефицит массы тела по значению ИМТ, избыток регистрировался у 14.3%. При этом, избыток доли ЖМ выявлялся у каждого четвертого ребенка в возрасте 7–8 лет. У каждого третьего ребенка (28.6%) выявлено снижение активно-клеточной массы, что является косвенным признаком недостаточности белкового компонента в питании [Руднев и др., 2014; Николаев, 2016]. В то же время показатели, характеризующие степень развития скелетно-мышечной мускулатуры, у  $2/3$  детей (60.7%) соответствовали высоким значениям. Обращает внимание, что у 39.3% учащихся первого класса выявлено снижение общей гидратации (табл. 1).

Таблица 1

Результаты биоимпедансометрии тела детей группы наблюдения 1

Показатель	Абсолютное значение, $M \pm SD$	Относительное значение, $M \pm m$	Частота низких значений, %	Частота нормальных значений, %	Частота высоких значений, %
ФУ, град	$6.0 \pm 0.3$	$104.1 \pm 4.7$	17.9	50.0	32.1
ИМТ, $\text{кг}/\text{кв}^2$	$16.0 \pm 0.8$	$101.8 \pm 5.0$	35.7	50.0	14.3
ЖМ, кг	$4.8 \pm 1.0$	$97.2 \pm 17.2$	21.4	60.7	17.9
Доля ЖМ, %	$17.6 \pm 2.8$	$102.4 \pm 17.1$	21.4	53.6	25.0
ТМ, кг	$21.5 \pm 1.4$	$92.1 \pm 2.7$	17.9	50.0	32.1
АКМ, кг	$11.5 \pm 0.8$	$84.1 \pm 3.7$	28.6	39.3	32.1
Доля АКМ, %	$53.5 \pm 1.3$	$98.2 \pm 2.7$	0.0	0.0	100.0
СММ, кг	$10.2 \pm 0.8$	$139.1 \pm 13.3$	3.6	35.7	60.7
Доля СММ, %	$47.1 \pm 1.2$	$135.1 \pm 6.8$	0.0	3.6	96.4
ММ, кг	$1.5 \pm 0.1$	$105.5 \pm 4.9$	14.3	42.9	42.9
Общая вода, кг	$15.3 \pm 1.0$	$101.4 \pm 4.4$	39.3	39.3	21.4

Анализ параметров биоимпедансометрии детей группы наблюдения 2 показал, что с возрастом до-

ля детей с низким значением ФУ, являющегося индикатором гиподинамии и наличия хронической

соматической патологии [Руднев и др., 2014; Николаев, 2016], увеличилась более чем в два раза (с 17.9 до 40.0%,  $p=0.04$ ). Число детей с высоким значением ИМТ возросло в 2.8 раза (с 14.3 до 40.0%,  $p=0.02$ ), ЖМ – в 2.2 раза (с 17.9 до 40.0%,  $p=0.04$ ), долей ЖМ – в 1.7 раза (с 25.0 до 42.9%,  $p=0.07$ ). В то время как количество детей с высокими значениями доли СММ снизилось в 1.5 раза

(с 96.4 до 65.7%,  $p=0.001$ ). Структура распределения значений тощей массы принципиально не изменилась, но число детей астенического телосложения уменьшилось в 2.1 раза (с 17.9 до 8.6%,  $p=0.2$ ). Количество детей с низким значением содержания общей воды уменьшилось в 4.6 раза (с 39.3 до 8.6%,  $p<0.001$ ), с высоким возросло – в 2.3 раза (с 21.4 до 48.6%;  $p=0.02$ ) (табл. 2).

Таблица 2

## Результаты биоимпедансометрии тела детей группы наблюдения 2

Показатель	Абсолютное значение, $M\pm SD$	Относительное значение, $M\pm m$	Частота низких значений, %	Частота нормальных значений, %	Частота высоких значений, %
ФУ, град	6.0 $\pm$ 0.3	98.1 $\pm$ 4.3	40.0	48.6	11.4
ИМТ, кг/кв <sup>2</sup>	203 $\pm$ 1.4	107.7 $\pm$ 7.4	31.4	28.6	40.0
ЖМ, кг	13.0 $\pm$ 2.5	124.0 $\pm$ 24.8	25.7	34.3	40.0
Доля ЖМ, %	23.2 $\pm$ 3.0	124.5 $\pm$ 16.2	14.3	42.9	42.9
ТМ, кг	39.9 $\pm$ 2.6	90.2 $\pm$ 3.2	8.6	42.9	48.6
АКМ, кг	21.5 $\pm$ 1.7	89.8 $\pm$ 5.0	20.0	37.1	42.9
Доля АКМ, %	53.6 $\pm$ 1.2	98.2 $\pm$ 2.8	0.0	0.0	100
СММ, кг	21.8 $\pm$ 1.5	118.0 $\pm$ 7.1	8.6	34.3	57.2
Доля СММ, %	54.8 $\pm$ 1.8	108.0 $\pm$ 2.8	8.6	25.7	65.7
ММ, кг	2.4 $\pm$ 0.1	109.9 $\pm$ 4.9	11.4	40.0	48.6
Общая вода, кг	29.2 $\pm$ 1.9	90.2 $\pm$ 3.2	8.6	42.9	48.6

Значения ФУ у 20% детей группы наблюдения 3 были ниже 25 центиля. Недостаточность массы тела по параметру ИМТ выявлена у 17.5% детей, а избыток – у 32.5%. По оценке доли ЖМ ее дефицит выявлялся у 7.5, а избыток – у 45.0%. Почти у каждого третьего ребёнка (27.5%) выявлен недо-

статок активной клеточной массы. Показатели, характеризующие физическую активность и тренированность, соответствовали нормальным и высоким значениям более чем у 85%. Недостаточность содержания общей воды выявлена у каждого пятого старшеклассника (20.0%) (табл. 3).

Таблица 3

## Результаты биоимпедансометрии тела детей группы наблюдения 3

Показатель	Абсолютное значение, $M\pm m$	Относительное значение, $M\pm m$	Частота низких значений, %	Частота нормальных значений, %	Частота высоких значений, %
ФУ, град	6.7 $\pm$ 0.3	103.2 $\pm$ 4.2	20.0	57.5	22.5
ИМТ, кг/кв <sup>2</sup>	22.0 $\pm$ 1.1	104.2 $\pm$ 5.0	17.5	50.0	32.5
ЖМ, кг	15.0 $\pm$ 1.9	132.2 $\pm$ 16.3	17.5	60.0	22.5
Доля ЖМ, %	24.5 $\pm$ 2.5	120.4 $\pm$ 10.4	7.5	47.5	45.0
ТМ, кг	45.8 $\pm$ 2.7	96.0 $\pm$ 3.6	20.0	52.5	27.5
АКМ, кг	26.3 $\pm$ 2.0	102.4 $\pm$ 5.3	27.5	45.0	27.5
Доля АКМ, %	56.9 $\pm$ 1.2	104.8 $\pm$ 1.9	0.0	0.0	100
СММ, кг	24.6 $\pm$ 1.9	103.8 $\pm$ 3.5	15.0	65.0	20.0
Доля СММ, %	53.2 $\pm$ 1.5	102.8 $\pm$ 1.5	12.5	35.0	52.5
ММ, кг	2.6 $\pm$ 0.1	103.0 $\pm$ 3.1	12.5	57.5	30.0
Общая вода, кг	33.5 $\pm$ 2.0	96.0 $\pm$ 3.6	20.0	52.5	27.5

При сопоставительном анализе результатов биоимпедансного обследования детей трех возрастных групп установлено, что низкие значения ФУ наиболее часто регистрировались у детей в возрасте 12–13 лет (40.0%). Высокие значения ИМТ, доли ЖМ, являющейся индикатором истинного ожирения, выявлялись с приблизительно равной частотой у детей в возрасте 12–13 лет и 15–17

лет (40.0 и 32.5%; 42.9 и 45.0% соответственно,  $p>0.05$ ). Оптимальные значения параметров, коррелирующие с физической тренированностью и физическим развитием, зафиксированы у детей в возрасте 6–7 лет. Снижение общей гидратации чаще всего регистрировалось у младших школьников (39.3%), избыток – у учащихся основной школы (48.6%) (см. табл. 1–3).

## Заключение

Компонентный состав тела учащихся первого класса характеризовался снижением доли жировой массы у каждого пятого и увеличением – у каждого четвертого ученика, снижением содержания общей воды.

У учащихся основной школы выявлены наиболее неблагоприятные показатели состава тела: у 40% зарегистрированы признаки гиподинамии (снижение значений фазового угла) и избытка доли жировой массы.

Биоимпедансный анализ учащихся старших классов характеризовался наибольшей частотой регистрации избытка доли жировой массы (45.0%) и недостаточность скелетно-мышечной массы (12.5%).

Отклонения показателей состава тела от возрастных трендов могут служить критериями отношения детей и подростков к группам риска здоровью для разработки коллективных программ профилактики и реабилитации.

## Библиографический список

- Анисимова А.В. и др. Состав тела московских детей и подростков: оценка репрезентативности данных биоимпедансного обследования в центрах здоровья // *Лечение и профилактика*. 2014. Т. 1, № 9. С. 24–29.
- Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом: 8-й вып. М., 2017. 121 с.
- Кучма В.Р. Современная модель деятельности медицинских организаций по профилактике заболеваний воспитанников и обучающихся, состояний, обусловленных жизнедеятельностью детей // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2014. № 1. С. 4–10.
- Макарова С.Г. Действительно ли существует необходимость в создании «региональных перцентильных кривых» массо-ростовых показателей? (комментарий к статье Р.Р. Кильдияровой «Оценка физического развития детей с помощью перцентильных диаграмм») // *Вопросы современной педиатрии*. 2017. Т. 16, № 5. С. 438–440. doi: 10.15690/vsp.v16i5.1809.
- Николаев Д.В. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. М., 2016. 152 с.
- Руденко Н.Н., Мельникова И.Ю. Актуальность оценки физического развития детей // *Практическая медицина*. 2009. № 7. С. 31–34.
- Руднев С.Г. и др. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М., 2014. 493 с.
- Тарасова О.В. Теоретические основы превентивных здоровьесберегающих технологий в школьной медицине // *Экология человека*. 2006. № 11. С. 25–28.
- Childhood overweight and obesity. URL: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/> (дата обращения: 02.07.2019)
- Jaffrin M.Y. Body composition determination by bioimpedance: an update // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. 2009. Vol. 12, № 5. P. 482–486.

## References

- Anisimova A.V., Rudnev S.G., Godina E.Z., Nikolaev D.V., Chernykh S.P. [The body composition of Moscow children and adolescents: evaluation of representativeness of data of bio-impedance examination in health centers]. *Lečenie i profilaktika*. V. 1, N 9 (2014): pp. 24-29. (In Russ.).
- Childhood overweight and obesity. Available at: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/> (accessed 02.07.2019).
- Glanc S. *Mediko-biologičeskaja statistika* [Medico-biological statistics]. Moscow, Praktika Publ., 1998. 459 p. (In Russ.).
- Dedov I.I., Shestakova M.V., Majorov A.Yu. *Algoritmy specializirovannoj medicinskoj pomošči bol'nyim sacharnym diabetom* [Algorithms for specialized medical care for patients with diabetes]. Moscow, UP PRINT Publ., 2017. 121 p. (In Russ.).
- Kuchma V.R. [The modern model of medical organizations on prevention of students' diseases, states associated with the vital activity of children]. *Voprosy škol'noj i universitetskoj mediciny i zdorov'ja*. N 1 (2014). P. 4-10 (In Russ.).
- Makarova S.G. [Is there really a need to create "regional percentile curves" of weight-height parameters? (comment to the article by Rita r. Kildiyarova "assessing physical development of children with percentile diagrams")]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. V. 16, N 5 (2017): pp. 438-440. doi: 10.15690/vsp.v16i5.1809) (In Russ.).
- Nikolaev D.V. *Lekcii po bioimpedansnomu analizu sostava tela čeloveka* [Lectures on bioimpedance analysis of human body composition]. Moscow, 2016. 152 p. (In Russ.).
- Rudenko N.N., Melnikova I.Y. [Urgency of the estimation of physical development of children]. *Praktičeskaja medicina*. N 7 (2009): pp. 31-34 (In Russ.).
- Rudnev S.G. Soboleva N.P. Sterlikov S.A. et al. *Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naselenija Rossii* [Bioimpedance study of the body composition of the population of Russia]. Moscow, 2014. 493 p. (In Russ.).

Tarasova O.V. [Theoretical principles of preventive healthpreservin technologies in school medicine]. *Ėkologija čeloveka*. N 1 (2006): pp. 25-28. (In Russ.).

Jaffrin M.Y. Body composition determination by bioimpedance: an update. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. V. 12, N 5 (2009): pp. 482-486.

Поступила в редакцию 26.10.2019

### Об авторах

Штина Ирина Евгеньевна, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0002-5017-8232  
614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82;  
shtina\_irina@mail.ru; (342)2372534

Валина Светлана Леонидовна, кандидат медицинских наук, заведующий отделом гигиены детей и подростков  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0003-1719-1598  
614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82;  
valina@yandex.ru; (342) 2372792

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, заместитель директора по клинической работе  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
**ORCID:** 0000-0003-3344-3361  
614068, Пермь, ул. Екатерининская, д. 224 В  
зав. кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности  
ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15;  
ustinova@fcrisk.ru; (342) 2363264

Маклакова Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности  
ФГБОУВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
**ORCID:** 0000-0001-9574-9353  
614990, Пермь, ул. Букирева, 15  
зав. консультативно-поликлиническим отделением  
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»  
614045, Пермь, ул. Монастырская 82;  
olga\_mcl@fcrisk.ru; (342)2368098

### About the authors

Shtina Irina Evgen'evna, candidate of medical Sciences, head of laboratory complex health problems of children with a clinical group of medical and preventive public health risk management technologies  
Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies.  
**ORCID:** 0000-0002-5017-8232  
614045, Russia, Perm, str. Monastyrskaya, 82;  
shtina\_irina@mail.ru; (342) 2372534

Valina Svetlana Leonidovna, candidate of medical Sciences, head of the Department of hygiene of children and adolescents  
Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies.  
**ORCID:** 0000-0003-1719-1598  
614045, Russia, Perm, str. Monastyrskaya, 82;  
valina@yandex.ru; (342) 2372792

Ustinova Olga Yurievna, doctor of medical Sciences, Deputy Director for clinical work  
FBSI "FSC for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies".  
**ORCID:** 0000-0003-3344-3361  
614068, Russia, Perm, Ekaterininskaja st., 224V  
head of the Department of human ecology and life safety  
Perm State University.  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;  
ustinova@fcrisk.ru; (342) 2363264

Maklakova Olga Anatolievna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Human Ecology and Life Safety  
Perm State University.  
**ORCID:** 0000-0001-9574-9353  
15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990  
head consultative-polyclinic department  
FBUN "FNC of medical preventive technologies of population health risks management".  
82, Monastyrskaya str., Perm, Russia, 614045;  
olga\_mcl@fcrisk.ru; (342)2368098

### Информация для цитирования:

Возрастные особенности компонентного состава тела у школьников / И.Е. Штина, С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2019. Вып. 4. С. 496–500. DOI: 10.17072/1994-9952-2019-4-496-500.

Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Maklakova O.A. [Age characteristics of the component composition of the body at schoolchildren]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*. Iss. 4 (2019): pp. 496-500. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2019-4-496-500.





