

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ДЕТЕЙ ГОРОДА САМАРЫ

Гаврюшин М.Ю.<sup>1</sup>, Сазонова О.В.<sup>1</sup>, Бородина Л.М.<sup>1</sup>, Фролова О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, Самара, e-mail: [multex555@yandex.ru](mailto:multex555@yandex.ru)

Проведены антропометрические измерения и анализ состава тела 338 детей (173 мальчика и 165 девочек) в возрасте 11-15 лет, постоянно проживающих в г. Самаре. Биоимпедансометрические показатели оценивались с помощью анализатора ABC-01 «Медасс» (Россия) на частоте зондирующего тока 50 кГц по стандартной тетраполярной схеме с наложением электродов в область лучезапястного и голеностопного суставов. Анализ антропометрических показателей изучаемых возрастных групп детей выявил статистически значимые ( $p < 0,05$ ) различия средних значений основных признаков мальчиков и девочек, в том числе ИМТ. Изучена связь между показателями физического развития и состава тела методом корреляционного анализа. Выявлены относительно высокие связи между длиной тела и безжировой массой, скелетно-мышечной массой и активной клеточной массой, а также индекса массы тела с жировой массой. Показано, что с целью определения избыточной массы тела у детей изучаемого возраста наиболее информативным является использование биоимпедансометрических данных в сравнении с интегральным показателем ИМТ. Таким образом, с целью совершенствования технологии мониторинга в области гигиены и охраны здоровья детей и подростков, для оценки нутритивного статуса в процессе скрининговых и клинических исследований детского населения целесообразно использование биоимпедансного метода оценки состава тела.

Ключевые слова: гигиена детей и подростков, антропометрия, состав тела, биоимпедансный анализ.

## THE RESULTS OF THE STUDY BIOELECTRICAL IMPEDANCE INDICATORS IN CHILDREN OF THE CITY OF SAMARA

Gavryushin M.Yu.<sup>1</sup>, Sazonova O.V.<sup>1</sup>, Borodina L.M.<sup>1</sup>, Frolova O.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara State Medical University, Samara, e-mail: [multex555@yandex.ru](mailto:multex555@yandex.ru)

Authors were conducted anthropometric measurements and body composition analysis of 338 children (173 boys and 165 girls), aged 11-15 years, residing in the city of Samara. The indicators of bioelectrical impedance were evaluated using the analyzer ABC-01 "Medass" (Russia) on the frequency of the probe current is 50 kHz according to the standard tetrapolar scheme with the imposition of the electrodes in the region of the wrist and ankle joints. Analysis of anthropometric indicators of the studied age groups of children showed statistically significant ( $p < 0,05$ ) differences of the average values of the main characteristics of boys and girls, including BMI. Studied the relationship between indicators of physical development and body composition using correlation analysis. Revealed relatively high connectivity between body length and lean mass, skeletal muscle mass and active cell mass, and body mass index with fat mass. It is shown that to determine overweight in children of the studied age the most informative is the use of bioelectrical impedance data in comparison with the combined measure of BMI. Thus, with the aim of improving monitoring technologies in the field of hygiene and health of children and adolescents, to assess nutritional status in the process of screening and clinical trials the pediatric population, it is advisable to use a bio-impedance method of assessing body composition.

Keywords: hygiene of children and adolescents, anthropometry, body composition, bioelectrical impedance analysis.

Одним из основных критериев комплексной оценки состояния здоровья детей и подростков является их физическое развитие [1; 2]. При этом оценка развития детей в скрининговых и клинических исследованиях чаще всего строится на изучении антропометрических показателей. Однако для оценки нутритивного статуса этого может быть недостаточно. В последние годы значительно возрос интерес к изучению состава тела методом биоимпедансного анализа (БИА), что подтверждается достаточным количеством научных публикаций отечественных и зарубежных авторов [3-7].

Особый интерес при использовании БИА представляет показатель жировой массы тела, так как в настоящее время, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), до 25% подростков из развитых стран мира имеют избыточную массу тела, и до 15% страдают ожирением [3; 8-12]. В Самарской области за 2015 год зарегистрировано 2329 больных в возрасте 0-14 лет с диагнозом ожирения, что составляет 475,1 на 100 000 детского населения и превышает среднероссийский уровень, равный 382,0 на 100 000 детского населения [13].

**Цель исследования:** изучение состава тела детей школьного возраста города Самары методом биоимпедансного анализа.

**Материалы и методы.** Объектом исследования было выбрано детское население в возрасте 11-15 лет, постоянно проживающее в г. Самаре. Обследованные дети обучались в средних общеобразовательных учреждениях районов проживания и не имели клинических проявлений заболеваний на момент исследования. Всего в группу обследования вошло 338 детей: 173 мальчика и 165 девочек. Распределение детей в конкретные возрастные группы проводилось с точностью до одного дня по общепринятой методике (Ставицкая А.Б., Арон Д.И., 1959) [14]. К примеру, в группу одиннадцатилетних относили детей календарного возраста от 10 лет 6 месяцев до 11 лет 5 месяцев 29 дней. Антропометрические измерения проводились по унифицированной методике с использованием стандартного инструментария [15]: длина тела измерялась с помощью штангового антропометра с точностью до 0,5 см, масса тела – на электронных медицинских весах ВЭМ-150-«Масса-К» с точностью до 60 г, антропометрические окружности – с помощью сантиметровой ленты. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывался как отношение массы тела, выраженной в килограммах, к квадрату длины тела, выраженной в метрах. Анализ состава тела проводился с помощью биоимпедансного анализатора АВС-01 «Медасс» (Россия) на частоте зондирующего тока 50 кГц по стандартной тетраполярной схеме с наложением электродов в область лучезапястного и голеностопного суставов, при нахождении испытуемого в положении лёжа на спине, руки и ноги раздвинуты в стороны под углом 30°. Оценивались следующие биоимпедансометрические компоненты массы тела: жировая масса (ЖМ), безжировая или тощая масса тела (ТМ), скелетно-мышечная масса (СММ), активная клеточная масса (АКМ). Сбор и хранение первичных данных выполняли в среде Microsoft Excel 2010. Статистическая обработка полученных материалов проведена с использованием пакета программ Statistica 10.0 по общепринятым методикам. Достоверность различий изучаемых показателей между группами оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ антропометрических показателей изучаемых возрастных групп детей выявил статистически значимые ( $p < 0,05$ ) различия средних значений признаков мальчиков и девочек по длине тела в возрасте 11, 14, 15 лет, по массе тела - в 14, 15 лет, по окружности талии (ОТ) в возрастных группах 12-15 лет, а также различия ИМТ в возрасте 14 лет (таблица 1).

Таблица 1

Антропометрические данные изучаемых групп детей г. Самары

Возраст, лет	n	Длина тела, см	Масса тела, кг	ОТ, см	ОБ, см	ИМТ, кг/м <sup>2</sup>
Мальчики, $M \pm m$						
11	32	150,01±0,62*	38,67±0,47	62,37±1,39	77,01±0,69	17,25±0,24
12	34	153,41±0,79	44,55±1,21	65,58±0,98*	79,06±0,77	18,94±0,51
13	42	161,95±1,33	53,82±1,79	68,36±1,27*	85,4±1,23	19,39±0,54
14	38	169,86±1,19*	55,97±1,69*	70,31±1,43*	86,21±1,55	20,45±0,48*
15	27	170,14±1,35*	60,43±2,39*	71,48±1,63*	88,96±1,89	20,63±0,67
Девочки, $M \pm m$						
11	27	144,81±1,92	36,26±1,54	58,92±1,17	74,44±1,34	17,21±0,52
12	31	156,29±1,46	44,11±1,51	61,38±0,92	80,35±1,84	17,95±0,44
13	49	161,55±0,92	50,27±1,08	63,28±0,91	85,91±1,06	18,24±0,36
14	35	163,22±1,01	51,02±1,56	64,37±1,13	86,92±1,02	18,52±0,53
15	23	164,43±0,94	52,02±1,26	65,82±0,82	87,05±0,89	19,49±0,39

Примечание: n – наполняемость группы, человек; M – среднее арифметическое значение; m – ошибка средней; \* -  $p < 0,05$  при сравнении показателей мальчиков и девочек.

Показатель окружности бёдер (ОБ) практически одинаков у представителей обоих полов, сравнение средних значений достоверных различий не выявило ( $p > 0,05$ ).

Жировая масса тела, то есть его липидный компонент, представляет собой важнейшее депо энергии в организме, участвующее в регуляции обменных процессов. Избыточное содержание жировой ткани является фактором риска развития различной патологии, в том числе сердечно-сосудистых заболеваний. Помимо этого, жировая масса показывает функциональное состояние нейроэндокринной системы и уровень физической активности человека. Как представлено по результатам нашего исследования, у девочек жировая масса увеличивается с возрастом от значений 7,91±0,84 кг в 11 лет до 13,11±0,47 кг в 15 лет. В то же время у мальчиков жировая масса увеличивается в возрасте с 11 до 13 лет, а в возрастных группах 14-15 отмечается снижение значений данного показателя (таблица 2). Так, средние значения жировой массы тела у мальчиков в возрасте 11 лет составляют 9,06±0,32 кг, в 13 лет – 11,39±1,03 кг, а в 15 лет значения снижаются до 10,21±1,25 кг. Проведенный

корреляционный анализ установил высокие связи ИМТ и жировой массы тела детей:  $r=0,91$  среди мальчиков и  $r=0,93$  среди девочек,  $p<0,01$ .

Таблица 2

Биоимпедансометрические показатели состава тела детей г. Самары

Возраст, лет	n	Жировая масса тела, кг	Безжировая масса тела, кг	Активная клеточная масса, кг	Скелетно-мышечная масса, кг
Мальчики, $M\pm m$					
11	32	9,06±0,32	29,61±0,21	15,78±0,12	16,91±0,15
12	34	10,92±0,89	33,62±0,54	17,91±0,38	19,44±0,35
13	42	11,39±1,03	41,91±1,07	22,82±0,62	24,31±0,58
14	38	10,74±0,95	46,41±1,22	25,81±0,81	27,37±0,64
15	27	10,21±1,25	48,91±1,61	27,96±1,06	28,45±0,75
Девочки, $M\pm m$					
11	27	7,91±0,84	28,36±0,94	15,39±0,62	14,51±0,58
12	31	9,35±0,73	33,75±0,91	18,53±0,61	17,48±0,42
13	49	10,98±0,61	37,28±0,61	20,77±0,43	19,28±0,28
14	35	11,81±0,85	38,21±0,92	21,11±0,54	19,57±0,41
15	23	13,11±0,47	38,91±0,95	21,24±0,55	19,74±0,44

Примечание: n – наполняемость группы, человек; M – среднее арифметическое значение; m – ошибка средней

Безжировая масса тела, называемая также тощей массой, определяется как разность между массой всего организма и жировой массой. По данным нашего исследования, с возрастом как у мальчиков, так и у девочек увеличивается безжировая масса тела. При этом у девочек интенсивное увеличение данного показателя прекращается к 13 годам, в то время как у мальчиков существенный рост значений безжировой массы отмечается в течение всего изучаемого возрастного периода. Так, в возрасте 11 лет средние значения тощей массы у мальчиков составили 29,61±0,21 кг, а в 15 лет – 48,91±1,61 кг (таблица 2). Установлены относительно высокие корреляционные связи между длиной тела и безжировой массой среди детей ( $r=0,71$  среди мальчиков и  $r=0,73$  среди девочек,  $p<0,01$ ).

Активная клеточная масса характеризует содержание в организме метаболически активных тканей. Отклонение показателя АКМ в меньшую сторону характеризует в том числе недостаточное поступление белкового компонента рациона питания. В свою очередь скелетно-мышечная масса характеризует уровень физической подготовки ребёнка. Достоверное увеличение биоимпедансометрических показателей активной клеточной массы

и скелетно-мышечной массы отмечается среди обследованных детей в возрастные периоды с 11 до 14 лет среди мальчиков, и в возрасте 11-13 у девочек ( $p < 0,05$ ). Так, в возрасте 11 лет средние значения скелетно-мышечной массы у мальчиков составили  $16,91 \pm 0,15$  кг, а в 13 лет –  $24,31 \pm 0,58$  кг, у девочек -  $14,51 \pm 0,58$  и  $19,28 \pm 0,28$  кг соответственно. Методом корреляционного анализа установлены статистически значимые связи между длиной тела и скелетно-мышечной массой ( $r = 0,89$  среди мальчиков и  $r = 0,83$  среди девочек,  $p < 0,01$ ), а также активной клеточной массой ( $r = 0,76$  и  $r = 0,89$  соответственно,  $p < 0,01$ ).

Для оценки избыточной массы тела чаще всего используют интегральный показатель ИМТ. Однако, ввиду наличия у детей корреляционной связи массы тела с возрастом и длиной тела, использование индекса массы тела в клинических исследованиях не получило широкого применения. Помимо этого, выявленная избыточная масса тела согласно показателю ИМТ может быть свидетельством увеличения разных компонентов тела ребёнка, в том числе мышечной массы у детей, активно занимающихся физической культурой. В то же время нормальное содержание жировой ткани в организме находится в пределах 10-30%. Причиной высоких значений жировой массы чаще всего является избыточное питание в сочетании с малоподвижным образом жизни. В нашем исследовании выявлено, что среди изучаемой группы детей 21 мальчик (12,2%) и 15 девочек (9,1%) имеют избыточную массу тела согласно оценке интегрального показателя ИМТ. В то же время относительная жировая масса составила  $19,57 \pm 0,71\%$  среди мальчиков и  $23,19 \pm 0,45\%$  в группе девочек. Среди обследованных доля детей с избыточной массой тела по биоимпедансометрическому показателю жировой массы составила 16,8% в группе мальчиков и 20,7% в группе девочек. Так, 29 мальчиков и 34 девочки имеют высокие значения относительной жировой массы, в пределах от 27,1 до 39,3% и от 27,9 до 38,7% соответственно. Доля детей с гармоничными значениями массы тела среди обследованной группы составила 71% мальчиков и 56,3% девочек (таблица 3).

Таблица 3

Оценка массы тела детей г. Самары согласно расчету показателя ИМТ  
и значениям жировой массы

Половая группа	Показатель массы тела	По показателю ИМТ	По показателю Жировой массы
Мальчики	Недостаточная масса тела	9,2%	12,2%
	Гармоничные значения массы	78,6%	71,0%
	Избыточная масса тела	12,2%	16,8%
Девочки	Недостаточная масса тела	21,2%	23,0%
	Гармоничные значения массы	69,7%	56,3%

	Избыточная масса тела	9,1%	20,7%
--	-----------------------	------	-------

## Выводы

1. Выявлены статистически значимые корреляционные связи между длиной тела и безжировой массой, скелетно-мышечной массой и активной клеточной массой, а также индекса массы тела с жировой массой.

2. При изучении доли детей среди обследованных с избыточной массой тела, определяемой согласно расчету индекса массы тела (ИМТ), а также по результатам биоимпедансного анализа, авторами показано, что с целью определения избыточной массы тела у детей изучаемого возраста наиболее информативным является использование биоимпедансометрического показателя жировой массы в сравнении с интегральным показателем ИМТ.

3. Выявленная высокая доля детей с избыточной массой тела подтверждает наличие серьезной современной проблемы среди детского населения.

4. Для оценки нутритивного статуса в ходе массовых клинических обследований детей и подростков представляется целесообразным использование биоимпедансного метода оценки состава тела.

5. Применение метода биоимпедансного анализа состава тела человека является важной задачей в цели совершенствования технологии мониторинга в области гигиены и охраны здоровья детей и подростков.

## Список литературы

1. Современные тенденции физического развития детей и подростков / Н.А. Скоблина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. - 2013. - № 8 (245). - С. 9–12.
2. Гаврюшин М.Ю., Сазонова О.В., Бородина Л.М. Анализ влияния условий обучения на физическое развитие школьников Самарского региона // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. - URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25676> (дата обращения: 05.11.2017).
3. Ермакова И.В. Оценка компонентов массы тела у детей 10-11 лет с помощью биоимпедансного анализа / И.В. Ермакова, Т.И. Бурая, Н.Б. Сельверова // Новые исследования. – 2011. – № 4. – С. 61-69.
4. Козлов В.А. Состояние физического развития детей г. Чебоксары по данным биоимпедансометрии / В.А. Козлов [и др.] // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – 2012. – Т. 74, № 2. – С. 78-84.

5. Mok E., Letellier G., Cuisset J.M. et al. Assessing change in body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: anthropometry and bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry // *Clin. Nutr.* – 2010. – V. 29, № 5. – P. 633-638.
6. Результаты анализа состава тела студентов методом биоимпедансометрии / Д.С. Блинов // *Вестник Мордовского университета.* – 2016. – № 2. – С. 192-202.
7. Блинова Е.Г., Акимова И.С., Чеснокова М.Г., Демакова Л.В. Результаты анализа антропометрических и биоимпедансометрических исследований у студентов города Омска // *Современные проблемы науки и образования.* – 2014. – № 3. - URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13749> (дата обращения: 09.11.2017).
8. Родионова Т.И., Тепаева А.И. Ожирение – глобальная проблема современного общества // *Фундаментальные исследования.* – 2012. – № 12-1. – С. 132-136.
9. Березин И.И., Гаврюшин М.Ю. Сравнительный анализ антропометрических показателей физического развития школьников городов Самара и Пенза // *Наука и инновации в медицине.* - 2016. - № 1. - С. 25-30.
10. Лучанинова В.Н., Цветкова М.М., Мостовая И.Д. О системе формирования здоровья у детей и подростков // *Современные проблемы науки и образования.* – 2016. – № 4. - URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24969> (дата обращения: 20.10.2017).
11. Бокарева Н.А. Ведущие факторы, формирующие физическое развитие современных детей мегаполиса Москвы: автореф. ... д-ра мед. наук (14.02.01). – М., 2014. – 46 с.
12. Шигаев Н.Н., Кром И.Л., Еругина М.В., Дорогойкин Д.Л. Междисциплинарный анализ социально детерминированных рисков здоровья детского населения // *Современные проблемы науки и образования.* – 2016. – № 2. - URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24246> (дата обращения: 10.11.2017).
13. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Самарской области в 2016 году. Государственный доклад. – Самара: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Самарской области, 2016. – 209 с.
14. Ставицкая А.Б. Методика исследования физического развития детей и подростков / А.Б. Ставицкая, Д.И. Арон. – М.: Политиздат, 1959. – 109 с.
15. Кучма В.Р. Исследование физического развития детей и подростков в системе социально-гигиенического мониторинга. Методические указания / В.Р. Кучма, Т.Ю. Вишневецкая, Н.Л. Ямщикова. – М., 1999. - 37 с.