DOI: 10.56871/UTJ.2023.89.16.011
УДК 611/616-053.2-071.3-079-056.527+796.015+612.392+316.334.55

ОЦЕНКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА МЕТОДОМ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ У СЕЛЬСКИХ ШКОЛЬНИКОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОЖИВАНИЯ

© Елена Игоревна Белкина[1], Татьяна Анатольевна Кузнецова[1], Ийя Юрьевна Чуракова[2], Анна Никитична Завьялова[3]

[1] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Медицинский институт.
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
[2] Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».
190121, г. Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, 16
[3] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

Контактная информация: Елена Игоревна Белкина — аспирант кафедры хирургических дисциплин детского возраста и инновационных технологий в педиатрии. E-mail: eeremeeva@icloud.com ORCID ID: 0000-0002-9010-5038

Для цитирования: Белкина Е.И., Кузнецова Т.А., Чуракова И.Ю., Завьялова А.Н. Оценка компонентного состава тела методом биоимпедансометрии у сельских школьников разного возраста при различных условиях проживания // Университетский терапевтический вестник. 2023. Т. 5. № 2. С. 112–121. DOI: https://doi.org/10.56871/UTJ.2023.89.16.011

Поступила: 14.11.2022 ***Одобрена: 17.02.2023*** ***Принята к печати: 01.03.2023***

РЕЗЮМЕ. ***Введение.*** В настоящее время увеличивается число детей с нарушениями питания. На нутритивный статус влияют разные факторы. ***Материалы и методы.*** Обследованы 319 сельских школьников 6–17 лет; 224 проживали в семьях, 95 — в школе-интернате. Для оценки нутритивного статуса проведено общее клиническое обследование, определение состава тела методами антропометрии и биоимпедансометрии. Оценку роста, массы тела и индекса массы тела (ИМТ) проводили в программе WHO Anthro Plus. Биоимпедансометрия проводилась по тетраполярной методике прибором «АВС-01 МЕДАСС». ***Результаты.*** У детей из семей биоимпедансометрия выявила избыток жировой массы — у 59,1%, дефицит — у 24,7%; у детей из школы-интерната избыток — у 35,3%, дефицит — у 12,9%. Нормальные показатели без жировой массы выявлены у большинства обследованных из семей (93,3%) и интерната (95,8%). Дефицит активной клеточной массы выявлялся чаще, чем ее избыток (у детей из семей — 20,4 и 6,1% соответственно; у детей из интерната — 21,3 и 2,0% соответственно). Избыток скелетно-мышечной массы выявлен у 17,1% мальчиков из семей и у 15,6% мальчиков из интерната. Медианные значения показателей окружности бедер, скелетно-мышечной массы (СММ), тощей массы тела, активной клеточной массы, окружности талии были выше у детей из семей, чем у детей из интерната ($p < 0,05$). Период подросткового возраста характеризовался статистически значимым приростом всех показателей компонентного состава тела по сравнению с периодом второго детства. В юношеском возрасте статистически значимо прирастали только показатели жировой массы (ЖМ) тела, скелетно-мышечной массы, а показатель индекса талия/бедра снижался. ***Обсуждение.*** Избыточная масса тела выявлена у 12,8% детей, ожирение — у 8,5%; дефицит массы тела — у 2,5%. У 11,9% детей выявлено скрытое нарушение жирового обмена, а у 2,8% детей высокий ИМТ был обусловлен гипертрофией мышечной ткани. Значимых различий ИМТ между детьми подросткового и юношеского возраста также не было, но показатель ЖМ оказался достоверно больше у детей юношеского возраста, чем подросткового. Высокие значения показателя СММ выявлены только у мальчиков-спортсменов подросткового и юношеского возраста. ***Заключение.*** Использование биоимпедансометрии при оценке нутритивного статуса у детей позволяет избежать ошибок в формировании рекомендаций по коррекции питания. Полученные нами данные позволяют утверждать, что условия проживания (семья или интернат) и возраст влияют на компонентный состав тела.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физическое развитие детей; биоимпедансометрия у детей; ожирение у детей; нутритивный статус у детей; сельские школьники.

ASSESSMENT OF BODY COMPONENT COMPOSITION BY THE METHOD OF BIOIMPEDANSOMETRY IN RURAL SCHOOLCHILDREN OF DIFFERENT AGES UNDER DIFFERENT LIVING CONDITIONS

© *Elena I. Belkina[1], Tatyana A. Kuznetsova[1], Iya Y. Churakova[2], Anna N. Zavyalova[3]*

[1] Oryol State University named after I.S. Turgenev, Medical Institute. St. Komsomolskaya, 95, Orel, Russian Federation, 302026
[2] National Research University Higher School of Economics. St. Union of Printers, 16, Saint Petersburg, Russian Federation, 190121
[3] Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg, Russian Federation, 194100

Contact information: Elena I. Belkina — PhD student, Department of Pediatric Surgical Disciplines and Innovative Technologies in Pediatrics. E-mail: eeremeeva@icloud.com ORCID ID: 0000-0002-9010-5038

For citation: Belkina EI, Kuznetsova TA, Churakova IY, Zavyalova AN. Assessment of body component composition by the method of bioimpedansometry in rural schoolchildren of different ages under different living conditions. University therapeutic journal (St. Petersburg). 2023; 5(2): 112-121. DOI: https://doi.org/10.56871/UTJ.2023.89.16.011

Received: 14.11.2022 ***Revised: 17.02.2023*** ***Accepted:01.03.2023***

SUMMARY. ***Introduction.*** Currently, the number of children with malnutrition is increasing. Nutritional status is influenced by various factors. ***Materials and methods.*** 319 rural schoolchildren aged 6–17 were examined; 224 lived in families, 95 — in a boarding school. To assess the nutritional status, a general clinical examination, determination of body composition by anthropometry and bioimpedancemetry methods were carried out. Height, body weight and Body Mass Index (BMI) were assessed using the WHO AnthroPlus program. Bioimpedancemetry was carried out according to the tetrapolar technique using the ABC-01 MEDASS. ***Results.*** In children from families, bioimpedancemetry revealed an excess of fat mass — in 59.1%, a deficit — in 24.7%; in children from the boarding school, 35.3% have an excess, and 12.9% have a deficit. Normal indicators of fat-free mass were found in the majority of the surveyed from families (93.3%) and the boarding school (95.8%). Deficiency of active cell was found more often than excess (20.4% and 6.1% in children from families; 21.3% and 2.0% in children from the boarding school). Excess skeletal muscle mass was detected in 17.1% of boys from families and in 15.6% of boys from the boarding school. The median values of hip circumference, skeletal muscle mass, fat free mass, active cell mass, waist circumference were higher in children from families than in children from a boarding school. The period of adolescence was characterized by a statistically significant increase in all indicators of the component composition of the body compared with the period of the second childhood. In adolescence, only the body fat mass (FM) and musculoskeletal mass (SMM) indicators statistically significantly increased, while the Waist to Hip Rait indicator decreased. ***Discussion.*** Overweight was found in 12.8% of children, obesity — in 8.5%; body weight deficit — in 2.5%. In 11.9% of children, a latent disorder of fat metabolism was revealed, and in 2.8% of children, high BMI was due to hypertrophy of muscle tissue. There were also no significant changes in BMI between children of adolescence and youth, but the fat mass was significantly higher in children of adolescence than in adolescents. High values of the skeletal muscle mass indicator were found only in boys-athletes of adolescence and youth. ***Conclusion.*** The use of bioimpedancemetry in assessing the nutritional status of children helps to avoid errors in the formation of recommendations for nutrition correction. The component composition of the body is affected by both living conditions and age.

KEY WORDS: physical development of children; bioimpedancemetry in children; obesity in children; nutritional status in children; rural schoolchildren.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время количество детей с нарушениями питания увеличивается в мире, в том числе и в России [3, 5–7]. В некоторых странах у детей преобладает нарушение нутритивного статуса в виде ожирения и избыточной массы тела, в других — в виде дефицита массы тела [21]. На нутритивный статус

влияют питание, конституциональные особенности, возраст и пол человека, состояние его обмена веществ, интенсивность физической и умственной деятельности, наличие заболеваний и травм, условия проживания [2, 4, 8, 14, 17].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить нутритивный статус у сельских школьников с учетом возраста и условий проживания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одномоментное популяционное исследование компонентного состава тела 319 учащихся средних школ Орловской области, проживающих в сельской местности.

Критерии включения в исследование: дети в возрасте 6–17 лет, учащиеся общеобразовательных школ и школы-интерната, проживающие в сельской местности Орловской области.

Критерии исключения из исследования:

- отклонения в состоянии здоровья детей, которые могли бы оказать влияние на заключение биоимпедансометрии (сердечная, почечная, печеночная недостаточность, некомпенсированный гипотиреоз, прием глюкокортикостероидов, диуретиков, гормонов роста, наличие кардиостимуляторов, металлических протезов и имплантов);
- наличие у обследуемых хронических заболеваний в стадии декомпенсации или обострения.

Обследованы 319 детей, из них 95 проживали в интернате, 224 — в семьях (табл. 1). Самому младшему исследуемому было 6 лет, самому старшему — 17. Распределение детей по возрастным группам проводили по классификации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). В группу второго детства (ВД) вошли дети: с 7,1 до 12 лет мальчики и с 7,1 до 11 лет девочки (дети в возрасте первого детства (с 6,1 до 7 лет) из-за малочисленности были объединены с этой группой). В группу подросткового возраста (ПВ) вошли дети: с 13,1 до 17 лет мальчики и с 12,1 до 15 лет девочки; в группу юношеского возраста: с 17,1 до 18 лет мальчики и с 15,1 до 18 лет девочки.

Для оценки нутритивного статуса проведено общее клиническое обследование, включавшее сбор анамнеза у детей и их родителей, выкопировку данных из медицинской документации (форма 025/у), определение состава тела с помощью антропометрии и биоимпедансометрии (БИМ). При проведении антропометрии измеряли рост и массу тела; оценку их проводили в программе WHO Anthro Plus [24]. На основании роста и массы тела рассчитывали индекс массы тела (ИМТ), оценку его проводили также в программе WHO Anthro Plus: за норму принимали показания в пределах «–2SD+1SD»; показания более «+1SD» и «+2SD» оценивались как избыточная масса тела и ожирение соответственно, показания менее «–2SD» — как дефицит массы тела и истощение [9, 10, 16].

Для диагностики абдоминального ожирения измеряли окружность талии (ОТ) и окружность бедер (ОБ), рассчитывали индекс талия/бедра (Т/Б). Показатель ОТ оценивали по центильным таблицам, разработанным в Германии (2012 г.), — показатель ОТ более 90 центилей оценивался как высокий [1, 22]. Индекс Т/Б оценивали в программе, прилагающейся к биоимпедансометру «АВС-01

Таблица 1

Характеристика обследованных детей

Характеристика детей	Количество детей (n / %)
По полу	
Мальчики	150 / 47,0
Девочки	169 / 53,0
По возрасту	
Дети в возрасте второго детства	115 / 36,1
Дети подросткового возраста	170 /53,3
Дети юношеского возраста	34 / 10,6
По условиям проживания	
Дети, проживающие в семье	224 / 70,2
Дети, проживающие в школе-интернате	95 / 29,8

МЕДАСС» по категориям: «норма», «выше нормы», «ниже нормы».

БИМ проводилась по тетраполярной методике прибором «АВС-01 МЕДАСС» (рекомендован к применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ (Протокол № 1 от 26.05.1997 г.); рекомендован к применению в ЦЗ для детей Научным центром здоровья детей РАМН от 25.04.2012 г., регистрационное удостоверение РОСЗДРАВНАДЗОР № РЗН 2016/3886 от 23.08.2018 г.) в соответствии с инструкцией. Определялись следующие показатели:

- жировая масса тела (ЖМ), состоящая из существенного жира (входит в состав белково-липидного комплекса большинства клеток организма — фосфолипиды клеточных мембран и др.) и несущественного жира (характеризует энергетический резерв организма — триглицериды); используется для выявления избытка или недостатка абсолютного количества жира в теле;
- тощая (или безжировая) масса тела (ТМ) характеризует содержание в организме метаболически активных тканей; используется для выявления катаболических сдвигов;
- скелетно-мышечная масса (СММ) является одной из составляющих ТМ, характеризует степень тренированности;
- активная клеточная масса (АКМ) характеризует интенсивность обменных процессов в организме, используется для оценки достаточности белковой компоненты питания;
- общая вода организма (ОЖ) и внеклеточная жидкость (ВКЖ) характеризуют состояние гидратации тела, определяемое для выявления избытка и дефицита жидкости в организме.

Обследование детей проводилось с соблюдением правил биоэтики. Все процедуры в рамках настоящего исследования безопасны для исследуемых, исследователей, персонала, окружающей среды. У всех исследуемых (их законных представителей) было взято информированное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом Медицинского института «Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева». В соответствии с законом о персональных данных результаты измерений были деперсонифицированы и подверглись статистической обработке.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета прикладных программ STATA 13. Описание количественных данных представлено в виде медианы (Me) и квартилей (Q1 и Q3) в формате Me (Q1-Q3). С целью обнаружения различий между выборками использовался двухфакторный дисперсионный анализ и тест Краскела–Уоллиса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В зависимости от условий проживания обследуемые были разделены на две группы. С учетом влияния социального фактора на нутритивный статус при анализе полученных результатов мы разделили обследуемых на группы в зависимости от условий проживания: группу детей, воспитывающихся в семье, и группу детей, воспитывающихся в школе-интернате.

Так, дети, проживающие в школе-интернате, получали питание в соответствии с нормативно-правовыми документами:

- Федеральный закон от 02.01.2000 г. № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»;
- санитарные правила СП 2.4.990-00 «2.4. Гигиена детей и подростков. Гигиенические требования к устройству, содержанию, организации режима работы в детских домах и школах-интернатах для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей»;
- совместный приказ Минздрава России и Минобразования России от 30.05.02/31.05.02 г. № 176/2017 «О мерах по улучшению охраны здоровья детей в Российской Федерации».

За детьми из школы-интерната осуществлялся тщательный медицинский контроль; физические нагрузки составляли в 80% уроки физкультуры и в 20% — занятия в спортивной секции.

Дети, проживающие дома, питались в семьях; 80% выполняли физическую работу по дому, уход за домашним хозяйством.

Нормальный ИМТ выявлен у 72,8% детей, воспитывающихся в семьях, и у 84,2% детей, воспитывающихся в школе-интернате. Высокий ИМТ выявлен у 24,5% детей, проживающих в семьях, и у 13,7% детей из школы-интерната. Дефицит массы тела выявлен у 2,7% детей из семей и у 2,1% детей из интерната.

Антропометрические данные и компонентный состав тела обследованных детей представлен в таблице 2. У детей, воспитывающихся в семье, БИМ выявила избыток

Таблица 2

Антропометрические данные и компонентный состав тела у детей

Показатель	Дети, проживающие в семье, n=224		Дети, проживающие в школе-интернате, n=95	
	Me (Q1-Q3)	Ср±σ (мин-макс)	Me (Q1-Q3)	Ср±σ (мин-макс)
Возраст	14,00 (10,50–15,00)	13,15±3,10 (6,00–17,00)	13,00 (10,00–14,00)	12,26±2,65 (7,00–17,00)
Рост, см	163,00 (146,00–173,00)	158,99±17,74 (114,00–193,00)	151,00 (138,00–159,00)	148,59 ±14,04 (120,00–175,00)
Масса тела, кг	53,00 (42,00–63,00)	52,17±15,96 (18,00–98,00)	45,00 (34,00–51,00)	43,33 ±12,83 (22,00–96,00)
ИМТ, кг/м^2	19,85 (17,80–22,00)	20,15±3,56 (12,6–34,00)	18,70 (17,10–20,50)	19,36±3,54 (13,70–35,50)
ЖМ, кг	10,35 (7,00–14,75)	11,44±5,90 (0,6–38,00)	8,30 (6,00–12,60)	9,71±5,50 (2,60–37,80)
СММ, кг	20,00 (15,00–29,05)	21,65±8,26 (6,00–42,80)	17,70 (13,50–21,00)	17,80±5,73 (7,00–32,00)
ТМ, кг	39,05 (30,85–50,10)	40,62±13,02 (15,30–77,40)	33,40 (27,10–40,90)	33,86 ±9,21 (16,90–58,10)
АКМ, кг	20,70 (16,10–27,60)	22,07 ±7,89 (6,20–45,10)	17,30 (14,40–22,20)	18,22 ±5,41 (8,50–32,50)
ОТ, см	67,00 (62,00–74,00)	68,20±9,42 (47,00–111,00)	60,00 (56,00–64,00)	61,25 ±7,45 (48,00–94,00)
ОБ, см	86,50 (78,00–93,00)	85,52±11,37 (58,00–115,00)	79,00 (70,00–84,00)	77,79 ±10,05 (59,00–124,000
Т/Б	0,80 (0,76–0,85)	0,80 ±0,07 (0,64–0,99)	0,78 (0,74–0,84)	0,79 ±0,06 (0,68–0,98)

Примечание: АКМ — активная клеточная масса; ЖМ — жировая масса; ИМТ — индекс массы тела; ОБ — окружность бедер; ОТ — окружность талии; СММ — скелетно-мышечная масса; Т/Б — индекс талия/бедра; ТМ — тощая масса.

жировой составляющей у 59,1% (n=68) детей и в 2 раза реже дефицит — у 24,7% (n=27). Нормальные показатели ТМ выявлены у большинства обследованных — 93,3%; избыток — у 2,2%; дефицит — у 4,5%. Избыток АКМ, демонстрирующий достаточность белка в питании, выявлен у 6,1% (n=7), а дефицит в 3 раза чаще — у 20,4% (n=23). Избыток СММ, отражающий степень тренированности, выявлен только у мальчиков подросткового и юношеского возраста — 17,1% (n=18). Дефицит СММ выявлен у 1 девочки (0,8%), освобожденной от физических нагрузок в связи с наличием нефроптоза.

У детей, проживающих в интернате, избыток жира в организме выявлен у 35,3% (n=17), а дефицит — у 12,9% (n=6). Нормальные показатели ТМ выявлены у большинства обследованных — 95,8%; дефицит — у 4,2%; избыток не выявлен ни у одного ребенка из школы-интерната. Избыток АКМ выявлен у 2,0% (n=1), а дефицит — в 10 раз чаще — 21,3% (n=10). Избыток СММ выявлен у 15,6% (n=7) детей из интерната, только у мальчиков подросткового и юношеского возраста. Дефицит СММ не выявлен ни у одного ребенка, проживающего в интернате.

Для оценки влияния возраста и условий проживания на компонентный состав тела детей на первом этапе статистической обработки оценивалась гомогенность дисперсий с последующим проведением двухфакторного дисперсионного анализа и теста Краскела–Уоллиса (табл. 2). Если дисперсия гомогенная ($p > 0,05$), то использовали двухфакторный дисперсионный анализ, если дисперсия негомогенная ($p < 0,05$), то проводили тест Краскела–Уоллиса.

Для показателей ИМТ, ЖМ, ОБ, Т/Б дисперсии были гомогенными (табл. 3), поэтому различия в средних определяли двухфакторным дисперсионным анализом. Для показателей СММ, ТМ, АКМ, ОТ дисперсии были негомогенными, поэтому различия в средних определяли тестом Краскела–Уоллиса.

Фактор условий проживания оказался значим для показателя ОБ (определялся двухфакторным дисперсионным анализом)

Таблица 3

Сравнение средних групповых значений в зависимости от возраста и условий проживания

Зависимая переменная	Фактор: возрастной коридор	Фактор: условия проживания	Гомогенность дисперсий	Тест Краскела–Уоллиса
ИМТ	12,47** (p <0,01)	0,25 (p=0,613)	0,96 (p=0,441)	47,0** (p <0,01)
ЖМ	760,54** (p <0,01)	2,31 (p=0,130)	1,77 (p=0,119)	77,3** (p <0,01)
ОБ	96,91** (p 0,01)	25,26** (p <0,01)	1,59 (p=0,161)	147,2 (p <0,01)
Т/Б	58,31** (p <0,01)	2,16 (p=0,142)	0,15 (p=0,979)	95,2** (p <0,01)
СММ	114,47** (p <0,01)	4,12* (p=0,043)	21,20** (p <0,01)	173,6** (p <0,01)
ТМ	119,24** (p <0,01)	6,85** (p=0,009)	8,12** (p <0,01)	176,5** (p <0,01)
АКМ	110,81** (p <0,01)	4,21*(p=0,041)	11,81** (p <0,01)	178,4** (p <0,01)
ОТ	18,92** (p <0,01)	21,52** (p <0,01)	2,48* (p=0,032)	64,7** (p <0,01)

* Коэффициенты, значимые на уровне 5%.
** Коэффициенты, значимые на уровне 1%.
Примечание: АКМ — активная клеточная масса; ЖМ — жировая масса; ИМТ — индекс массы тела; ОБ — окружность бедер; ОТ — окружность талии; СММ — скелетно-мышечная масса; Т/Б — индекс талия/бедра; ТМ — тощая масса.

Таблица 4

Сравнение средних групповых значений по возрастным группам

Показатель	Средние значения у детей ВД	Средние значения у детей ПВ	Средние значения у детей ЮВ	Сравнение детей ВД и ПВ	Сравнение детей ПВ и ЮВ
ИМТ	18,5	20,7	20,4	–2,14** (p <0,01)	0,030 (p=1,000)
ЖМ	8,2	11,8	15,8	–3,67** (p <0,01)	–3,871** (p=0,002)
ТМ	27,2	46,1	40,0	–16,77** (p <0,01)	4,29* (p=0,05)
АКМ	14,2	25,4	21,4	–9,861** (p <0,01)	2,59* (p=0,05)
СММ	13,5	25,3	19,9	–10,50** (p <0,01)	4,19** (p <0,01)
ОЖ	20,0	33,6	29,2	–12,10** (p<0,01)	3,09* (p=0,06)
ВКЖ	9,5	14,5	12,8	–4,42** (p <0,01)	1,25* (p=0,03)
ОТ	61,5	69,2	66,6	–6,69** (p <0,01)	2,39 (p=0,54)
ОБ	73,2	88,5	90,9	–14,10** (p <0,01)	–2,03 (p=0,758)
Т/Б	0,84	0,78	0,73	0,06** (p <0,01)	0,042** (p <0,01)

* Коэффициенты, значимые на уровне 5%.
** Коэффициенты, значимые на уровне 1%.
Примечание: АКМ — активная клеточная масса; ВКЖ — внеклеточная жидкость; ЖМ — жировая масса; ИМТ — индекс массы тела; ОБ — окружность бедер; ОЖ — общая вода организма; ОТ — окружность талии; СММ — скелетно-мышечная масса; Т/Б — индекс талия/бедра; ТМ — тощая масса.

и СММ, ТМ, АКМ, ОТ (определялся тестом Краскела–Уоллиса). Медианные значения этих показателей были выше у детей из семей, чем у детей из интерната. Условия проживания оказались незначимыми для показателей ИМТ, ЖМ, Т/Б, то есть для факторов, которые наиболее подвержены внешним воздействиям.

Фактор возраста при проведении двухфакторного дисперсионного анализа обусловил статистически значимые на уровне 1% различия в в средних для показателей ИМТ, ЖМ, ОБ, Т/Б. (табл. 4). При проведении теста Краскела–Уоллиса фактор возраста также оказался значим для показателей СММ, ТМ, АКМ, ОТ, ИТР, поэтому на следующем этапе мы подробнее проанализировали разницу между показателями БИМ в разных возрастных группах.

У детей подросткового возраста все показатели компонентного состава тела были больше, чем у детей в возрасте второго детства. У детей юношеского возраста показатели ЖМ и СММ были статистически достоверно больше, чем у детей подросткового возраста (p <0,01), а показатель Т/Б был статически достоверно меньше в юношеском возрасте, чем в подростковом (p <0,01) как у мальчиков, так и у девочек. По показателям ИМТ, ТМ, АКМ, ОЖ, ВКЖ, ОТ, ОБ не выявлено статически значимой разницы между детьми юношеского и подросткового возраста (p >0,05).

Таблица 5

Показатели скелетно-мышечной массы у детей с разными индексами массы тела

Показатель	Высокий индекс массы тела, n=68	Нормальный индекс массы тела, n=243	Низкий индекс массы тела, n=8
Высокий показатель скелетно-мышечной массы	9/ 13,3%	16/ 6,6%	–
Нормальный показатель скелетно-мышечной массы	61/ 89,7%	226/ 93,0%	8/ 100,0%
Низкий показатель скелетно-мышечной массы	–	1/ 0,4%	–

Таблица 6

Показатели жировой массы у детей с разным индексом массы тела

Показатель	Высокий индекс массы тела, n=68	Нормальный индекс массы тела, n=243	Низкий индекс массы тела, n=8
Высокий показатель жировой массы	56 / 82,4%	29 / 11,9%	–
Нормальный показатель жировой массы	12 / 17,6%	185/ 76,2%	4 / 50,0%
Низкий показатель жировой массы	–	29 / 11,9%	4 / 50,0%

В литературе есть сведения о том, что высокий ИМТ может встречаться у спортсменов из-за гипертрофии мышечной ткани. Поскольку в нашем исследовании были мальчики с избытком скелетно-мышечной массы, то мы проанализировали ИМТ у этих детей.

У 13,3% детей ИМТ был повышен за счет гипертрофии мышечной ткани (табл. 5). Из анамнеза этих детей мы выяснили, что все они занимались спортом, что и обусловило гипертрофию мышечной ткани. То есть, несмотря на высокий ИМТ, эти мальчики не нуждались в коррекции питания.

Поскольку высокое содержание жира в организме даже при нормальном ИМТ является предиктором развития кардиометаболических рисков, мы проанализировали содержание жировой массы у детей с нормальным ИМТ.

У 17,6% детей с высоким ИМТ абсолютный показатель жировой массы был в норме (табл. 6), а у 11,9% детей с нормальным ИМТ показатель жировой массы превышал норму, что свидетельствует о «скрытом» нарушении жирового обмена.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами результаты по частоте избыточной массы тела (15,3%) и ожирения (6,0%) практически соответствовали данным исследователей из Санкт-Петербурга, по данным которых суммарно избыточная масса тела и ожирение регистрировались у 25,3% обследованных [3].

В нашем исследовании показано, что условия проживания влияли на генетически детерминированный показатель ТМ. В работе О.Г. Рязанцевой (2012) показано, что условия социальной депривации влияют на рост [11]. Более высокие показатели СММ, выявленные у домашних детей, можно объяснить тем, что они выполняли физическую работу по дому в большем объеме, чем дети, воспитывающиеся в школе-интернате, и занимались спортом.

Нарушения нутритивного статуса (ожирение, избыточная масса тела и ее дефицит) не зависели от условий проживания и могли с одинаковой вероятностью быть как у детей из семей, так и из интерната, несмотря на то что дети из интерната получают более рациональное питание, чем дети из семей, где питание зависит от привычек в каждой конкретной семье.

При сопоставлении наших результатов по возрастному аспекту с результатами исследователей из Перми (2019 г.) оказалось, что высокий ИМТ и избыток жировой массы у учащихся основной школы и старших классов выявлены практически с одинаковой частотой (40,0 и 42,9% соответственно) [15]. В нашем исследовании значимых различий ИМТ между детьми подросткового и юношеского возраста также не было, но показатель ЖМ оказался достоверно больше у детей юношеского возраста, чем подросткового.

В исследовании мы показали, что высокий ИМТ может быть обусловлен не только жировой массой, но и гипертрофией мышечной массы, что соответствует данным других исследователей [19]. В то же время нормальный ИМТ не всегда исключает нарушение жирового обмена. Следовательно, обследуемые дети с избытком жирового компонента при нормальном ИМТ входят в группу риска развития сердечно-сосудистой патологии и сахарного диабета 2-го типа и нуждаются в коррекции питания [12, 13, 18, 20, 23].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Независимо от пола и условий проживания нормальные показатели ИМТ по Z-score выявлены у большинства обследованных детей — 76,2%, дефицит массы тела — у 2,5%, избыточная масса тела — у 12,8%, ожирение — у 8,5%, что соответствует средним данным по Российской Федерации.

Фактор условий проживания оказался незначим для показателей нутритивного статуса (ИМТ, ЖМ, Т/Б). Среди всех обследованных детей дефицит активной клеточной массы выявлялся чаще, чем ее избыток, вне зависимости от условий проживания. В то же время избыток массы тела и жировой ткани преобладал над дефицитом (также вне зависимости от условий проживания).

Фактор возраста оказался значим для всех показателей компонентного состава тела, в подростковом возрасте характеризовался статистически значимым приростом этих показателей по сравнению с периодом второго детства. Однако в юношеском возрасте статистически значимо прирастали только показатели ЖМ и СММ. Показатель Т/Б, напротив, снижался.

На основании данных биоимпедансного анализа показано, что у 11,9% детей выявлено «скрытое» нарушение жирового обмена. Избыточное развитие скелетной мускулатуры выявлено только у мальчиков подросткового и юношеского возраста, что было обусловлено физическими нагрузками.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешина Е.И., Андриянов А.И., Богданова Н.М. и др. Методы исследования нутритивного статуса у детей и подростков. СПб.: СпецЛит; 2014.
2. Воронцов И.М., Мазурин А.В. Пропедевтика детских болезней. СПб.: Фолиант; 2009.
3. Грицинская В.Г., Новикова В.П., Хавкин А.И. К вопросу об эпидемиологии ожирения у детей и подростков (систематический обзор и мета-анализ научных публикаций за 15-летний период). Вопросы практической педиатрии. 2022; 2(17): 126–35.
4. Грицинская В.Л., Новикова В.П., Хавкин А.И. Соматометрические показатели школьников ямало-ненецкого автономного округа: результаты когортного исследования. Вопросы диетологии. 2021; 1(11): 20–4.
5. Иванов Д.О., Успенский Ю.П., Барышникова Н.В. и др. Распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей и подростков в Санкт-Петербурге: оценка рисков развития метаболического синдрома. Педиатр. 2021; 12(4): 5–13. DOI: 10.17816/PED1245-13.
6. Колтунцева И.В., Баирова С.В., Сахно Л.В. Ожирение у детей. Как избежать избыточных проблем. Детская медицина Северо-Запада. 2021; 9(3): 90–1.
7. Медяник М.И., Похлебкина А.А., Мильнер Е.Б. Ожирение у детей. Роль желчных кислот в патофи-

зиологии ожирения. Университетский терапевтический вестник. 2021; 3(1): 36–48.
8. Новикова В.П., Грицинская В.Л., Гурова М.М. и др. Практикум по оценке физического развития у детей. Учебно-методическое пособие. СПб.: Библиотека педиатрического университета; 2021.
9. Новикова В.П., Калашникова В.А. Определение, классификация и критерии диагностики ожирения у детей. Мультидисциплинарные проблемы ожирения у детей. СПб.: СпецЛит; 2018: 14–9.
10. Приказ Минздрава России от 12.05.2022 № 318Н. Об утверждении стандарта медицинской помощи детям при ожирении (диагностика, лечение и диспансерное наблюдение.
11. Рязанцева О.Г. Физическое развитие и психосоматический статус воспитанников школы-интерната. Автореф. … дисс. канд. мед. наук. М.; 2012.
12. Семеньков К.В., Баранчикова М.В., Белова И.С. и др. Особенности состава тела по данным биоимпедансометрии в зависимости от пола у детей подросткового возраста. Смоленский медицинский альманах. 2019; 4: 58–60.
13. Смирнова Н. Н., Куприенко Н.Б., Новикова В.П., Зудинова Е.В. Молекулярные основы фенотипов ожирения. Педиатрия имени Сперанского. 2021; 4: 98–105.
14. Шаповалова Н.С., Новикова В.П., Кликунова К.А. Физическое развитие детей с целиакией в Санкт-Петербурге. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2021; 4: 116–23. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-188-4-116-123.
15. Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Маклакова О.А. Возрастные особенности компонентного состава тела у школьников. Вестник пермского университета. 2019; 4: 496–500.
16. De Onis M., Lobstein T. Defining obesity risk in childhood population: Which cut-offs should we use? International Journal of Pediatric Obesity. 2010; 6(5): 458–60.
17. Gritsinskaya V.L., Novikova V.P. Obesity in children in the regions of Russia. Achieves of Desease in Childhood. 2021; 52(106).
18. Matiegka J. The testing of physical efficiency. Am. J. Phys. Anropol. 1921; 3(4): 223–30.
19. Nerea Martin-Calvo, Laura Moreno-Galarraga, Miguel Angel Martinez-Gonzalez. Association between Body Mass Index, Waist-to-Height Ratio and Adiposity in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2016; 8(8). DOI: 10.3390/nu8080512.
20. Parizkova J. Studies on the development of active body mass in youth using a method of hydrostatic weighing. Cesk. Fisiol. 1959; 8: 426–7.
21. Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet. 2016; 10053(388): 1659–172. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8.
22. Schwandt Peter, Gerda-Maria Haas. Waist Circumference in Children and Adolescents from Different Ethnicities. Childhood Obesity. 2012. Dr. Sevil Ari Yuca (Ed.), InTech. URL: http://www.intechopen.com/books/childhood-obesity/waist-circumference-in-children-and-adolescents- from-different-ethnicities.
23. Safarova G., Milner E., Zavyalova A. et al. Body composition in children with morbid obesity.Вкниге: EAP2021 Congress and Mastercourse. European Academy of Paediatrics (EAP). 2021: 292–3.
24. WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva: WHO; 2009 (https://www.who.int/tools/growth-reference-data- for-5to19-years).

REFERENCES

1. Aleshina E.I., Andriyanov A.I., Bogdanova N.M. i dr. Metody issledovaniya nutritivnogo statusa u detej i podrostkov [Methods of nutritional status research in children and adolescents]. Sankt-Peterburg: SpecLit Publ., 2014. (in Russian).
2. Voroncov I.M., Mazurin A.V. Propedevtika detskih boleznej [Propaedeutics of childhood diseases]. Sankt-Peterburg: Foliant Publ., 2009. (in Russian).
3. Gritsinskaya V.G., Novikova V.P., Khavkin A.I. K voprosu ob epidemiologii ozhireniya u detey i podrostkov (sistematicheskiy obzori meta-analiz nauchnykh publikatsiy za 15-letniy period) [On the issue of the epidemiology of obesity in children and adolescents (a systematic review and meta-analysis of scientific publications over a 15-year period)]. Voprosy prakticheskoy pediatrii. 2022; 2(17): 126–35. (in Russian).
4. Gritsinskaya V.L., Novikova V.P., Khavkin A.I. Somatometricheskie pokazateli shkol'nikov Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga: rezul'taty kogortnogo issledovaniya [Somatometric indicators of schoolchildren of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug: results of a cohort study]. Voprosy dietologii. 2021; 1(11): 20–4. (in Russian).
5. Ivanov D.O., Uspenskiy Yu.P., Baryshnikova N.V. i dr. Rasprostranennost' izbytochnoj massy tela i ozhireniya u detej i podrostkov v Sankt-Peterburge: ocenka riskov razvitiya metabolicheskogo sindroma [Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents in St. Petersburg: risk assessment of metabolic syndrome]. Pediatr. 2021; 12(4): 5–13. DOI: 10.17816/PED1245-13. (in Russian).
6. Koltunceva I.V., Bairova S.V., Sahno L.V. Ozhirenie u detej. Kak izbezhat' izbytochnyh problem [Obesity in children. How to avoid redundant problems]. Detskaya medicina Severo-Zapada. 2021; 9(3): 90–1. (in Russian).

7. Medyanik M.I., Pohlebkina A.A., Mil'ner E.B. Ozhirenie u detej. Rol' zhelchnyh kislot v patofiziologii ozhireniya [Obesity in children. The role of bile acids in the pathophysiology of obesity]. Universitetskij terapevticheskij vestnik. 2021; 3(1): 36–48. (in Russian).
8. Novikova V.P., Gritsinskaya V.L., Gurova M.M. i dr. Praktikum po otsenke fizicheskogo razvitiya u detey [Practicum on the assessment of physical development in children]. Uchebno-metodicheskoe posobie. Sankt-Peterburg: Biblioteka pediatricheskogo universiteta; 2021. (in Russian).
9. Novikova V.P., Kalashnikova V.A. Opredelenie, klassifikatsiya i kriterii diagnostiki ozhireniya u detey [Definition, classification and diagnostic criteria for obesity in children]. Mul'tidistsiplinarnye problemy ozhireniya u detey. Sankt-Peterburg: SpetsLit Publ.; 2018: 14–9. (in Russian).
10. Prikaz Minzdrava Rossii ot 12.05.2022 № 318N. Ob utverzhdenii standarta meditsinskoy pomoshchi detyam pri ozhirenii (diagnostika, lechenie i dispansernoe nablyudenie [On approval of the standard of medical care for children with obesity (diagnosis, treatment and dispensary observation]. (in Russian).
11. Ryazantseva O.G. Fizicheskoe razvitie i psikhosomaticheskiy status vospitannikov shkoly-internata [Physical development and psychosomatic status of pupils of the boarding school]. Avtoref. … diss. kand. med. nauk. Mockva; 2012. (in Russian).
12. Semen'kov K.V., Baranchikova M.V., Belova I.S. i dr. Osobennosti sostava tela po dannym bioimpedansometrii v zavisimosti ot pola u detey podrostkovogo vozrasta [Features of body composition according to bioimpedansometry depending on gender in adolescent children]. Smolenskiy meditsinskiy al'monakh. 2019; 4: 58–60. (in Russian).
13. Smirnova N. N., Kuprienko N.B., Novikova V.P., Zudinova E.V. Molekulyarnye osnovy fenotipov ozhireniya [Molecular basis of obesity phenotypes]. Pediatriya imeni Speranskogo. 2021; 4: 98–105. (in Russian).
14. Shapovalova N.S., Novikova V.P., Klikunova K.A. Fizicheskoe razvitie detey s tseliakiey v Sankt-Peterburge [Physical development of children with celiac disease in St. Petersburg]. Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya. 2021; 4: 116–23. DOI: https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-188-4-116-123. (in Russian).
15. Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Maklakova O.A. Vozrastnye osobennosti komponentnogo sostava tela u shkol'nikov [Age features of the component composition of the body in schoolchildren]. Vestnik permskogo universiteta. 2019; 4: 496–500. (in Russian).
16. De Onis M., Lobstein T. Defining obesity risk in childhood population: Which cut-offs should we use? International Journal of Pediatric Obesity. 2010; 6(5): 458–60.
17. Gritsinskaya V.L., Novikova V.P. Obesity in children in the regions of Russia. Achieves of Desease in Childhood. 2021; 52(106).
18. Matiegka J. The testing of physical efficiency. Am. J. Phys. Anropol. 1921; 3(4): 223–30.
19. Nerea Martin-Calvo, Laura Moreno-Galarraga, Miguel Angel Martinez-Gonzalez. Association between Body Mass Index, Waist-to-Height Ratio and Adiposity in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2016; 8(8). DOI: 10.3390/nu8080512.
20. Parizkova J. Studies on the development of active body mass in youth using a method of hydrostatic weighing. Cesk. Fisiol. 1959; 8: 426–7.
21. Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet. 2016; 10053(388): 1659–172. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31679-8.
22. Schwandt Peter, Gerda-Maria Haas. Waist Circumference in Children and Adolescents from Different Ethnicities. Childhood Obesity. 2012. Dr. Sevil Ari Yuca (Ed.), InTech. URL: http://www.intechopen.com/books/childhood-obesity/waist-circumference-in-children-and-adolescents- from-different-ethnicities.
23. Safarova G., Milner E., Zavyalova A. et al. Body composition in children with morbid obesity.Вкниге: EAP2021 Congress and Mastercourse. European Academy of Paediatrics (EAP). 2021: 292–3.
24. WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva: WHO; 2009 (https://www.who.int/tools/growth-reference-data- for-5to19-years).