

В.И. Стародубов¹, А.А. Мельников², С.Г. Руднев^{1,3}¹ Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Минздрава России, Москва, Российская Федерация² Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Ярославль, Российская Федерация³ Институт вычислительной математики РАН, Москва, Российская Федерация

О половом диморфизме роста-весовых показателей и состава тела российских детей и подростков в возрасте 5–18 лет: результаты массового популяционного скрининга

Обоснование. Единственным источником массовых данных антропометрии и состава тела детей и подростков в России является скрининговое обследование в центрах здоровья. Ранее была представлена обобщенная характеристика физического развития и состава тела населения по данным центров здоровья и опубликованы центильные таблицы изменчивости признаков, при этом подробный анализ половых различий не проводился. **Цель исследования:** анализ полового диморфизма роста-весовых показателей и состава тела современных российских детей и подростков в возрасте 5–18 лет по данным центров здоровья, сравнение динамики возрастных изменений антропометрических показателей с референтными данными Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). **Методы.** Проведено неклиническое поперечное наблюдательное исследование по данным биоимпедансометрии и сопутствующей антропометрии за 2010–2012 гг. в центрах здоровья. Данные были получены по письму Минздрава России № 14-1/10/2-3200 от 24 октября 2012 г. Размер выборки составил 268 153 человека, из них 140 769 мальчиков и 127 384 девочки. Межгрупповые различия оценивали по критерию Манна–Уитни. Распределения значений длины, массы и индекса массы тела (ИМТ) для соответствующего возраста и пола сопоставляли с данными ВОЗ путем LMS-трансформации вариационных рядов на основе расширенных таблиц ВОЗ с последующим расчетом 95% доверительных интервалов для медианных z-значений признаков. **Результаты.** Показано наличие двойного перекреста ростовых кривых для мальчиков и девочек по длине и массе тела, причем для массы тела соответствующий интервал оказался более узким в сравнении с традиционными данными. Относительные годовые приросты длины и массы тела до 12 лет были выше у девочек, а после 12 лет — у мальчиков. Во всех возрастных подгруппах медианные значения ИМТ у мальчиков и девочек отличались мало (различия в пределах 1 кг/м²), значения безжировой массы тела были выше у мальчиков, а жировой массы и процентного содержания жира в массе тела — у девочек. В большинстве возрастных подгрупп медианные значения длины и массы тела российских детей и подростков были выше, чем в референтной группе ВОЗ (максимальные различия $z = +0,74$ для массы тела у 10-летних мальчиков). Аналогичная закономерность выявлена для ИМТ (у мальчиков 5–17 и девочек 6–14 лет). **Заключение.** Сужение интервала двойного перекреста ростовых кривых для массы тела может свидетельствовать о неблагоприятном влиянии средовых факторов, связанных с избыточным питанием и недостаточной физической активностью, что проявляется в повышенном уровне жировотложения у мальчиков. С учетом массовости, широты охвата населения и выявленных различий с референтными данными ВОЗ целесообразно использование данных, получаемых в центрах здоровья, при разработке национального стандарта физического развития детей и подростков.

Ключевые слова: антропометрия, биоимпедансный анализ, состав тела, дети, подростки, половой диморфизм.

(Для цитирования: Стародубов В.И., Мельников А.А., Руднев С.Г. О половом диморфизме роста-весовых показателей и состава тела российских детей и подростков в возрасте 5–18 лет: результаты массового популяционного скрининга. Вестник РАМН. 2017;72(2):134–142. doi: 10.15690/vramn758)

Обоснование

Антропометрические показатели и параметры состава тела востребованы в различных областях жизнедеятельности человека, включены в методики определения физического развития и здоровья, применяются для оценки нарушений нутритивного статуса и рисков заболеваний, индивидуального планирования рационов питания и физических нагрузок [1, 2].

Детский и подростковый возраст являются важными этапами онтогенеза. В это время происходит развитие и созревание всех систем организма, закладывается фундамент здоровья человека на всю последующую жизнь, формируются и начинают проявляться функциональные нарушения и заболевания, включая избыточный вес и ожирение [3, 4]. Изменения размеров, формы и состава тела детей в процессе роста и развития в значительной

мере определяются влиянием половых различий, особенно выраженным в пубертатном периоде [3, 5].

Сравнение данных независимых исследований и их обобщение путем совместного анализа не всегда возможно ввиду ограниченности размеров и географии выборок, различий возрастных интервалов обследованных, методик измерений и способов представления данных. В связи с этим для характеристики физического развития и здоровья населения в различных странах мира проводятся масштабные организованные выборочные исследования на репрезентативных выборках [6–8]. Единственным в России источником массовых данных антропометрии и состава тела является скрининговое обследование населения в центрах здоровья. Преимущество его заключается в автоматизации сбора данных, широкой географии обследованных, использовании стандартизованных методик измерений и одно-

типного оборудования [9]. В работе С.Г. Руднева и соавт. [10] была представлена обобщенная характеристика физического развития и состава тела населения России по данным центров здоровья и опубликованы центильные таблицы изменчивости признаков, при этом подробный анализ половых различий антропометрических данных и состава тела не проводился.

Цель исследования: анализ полового диморфизма роста-весовых показателей и состава тела современных российских детей и подростков в возрасте 5–18 лет по данным центров здоровья, сравнение динамики возрастных изменений антропометрических данных с референтными данными Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Методы

Дизайн исследования

Проведено неклиническое поперечное наблюдательное исследование.

Продолжительность исследования

Продолжительность исследования составила 3 года (2010–2012 гг.).

Описание вмешательства

Деперсонифицированные данные биоимпедансометрии и сопутствующей антропометрии в центрах здоровья получали согласно письму Минздрава России № 14-1/10/2-3200 от 24 октября 2012 г. Для обеспечения

сопоставимости данных использовали только результаты измерений анализатором состава тела ABC-01 «Медасс» (НТЦ Медасс, Москва). Измерения проводили по стандартной четырехэлектродной схеме в положении пациентов лежа на спине с креплением одноразовых электрокардиографических электродов в области лучезапястного и голеностопного суставов [11]. Массу (МТ) и длину тела (ДТ), как правило, определяли на автоматизированном аппаратно-программном комплексе «Здоровье-экспресс» (ЗАО «МКС», Зеленоград) электронным ростомером с дискретностью измерений 0,1 см и на электронных весах с дискретностью измерений 0,1 кг. Безжировую массу тела (БМТ) оценивали по формуле L. Houtkooper и соавт. [12]:

$$\text{БМТ} = 0,61 \times \text{ДТ}^2 / \text{R50} + 0,25 \times \text{МТ} + 1,31,$$

где R50 — измеренное значение активного сопротивления на частоте 50 кГц.

Жировую массу тела (ЖМТ) оценивали как разность между массой тела и безжировой массой тела, а процентное содержание жира в массе тела (%ЖМТ) — как $(\text{ЖМТ} / \text{МТ}) \times 100\%$. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали как отношение массы к квадрату длины тела ($\text{кг}/\text{м}^2$).

Годовой прирост показателей выражали в абсолютных и относительных единицах — процентах от медианного значения признака в подгруппе 18-летних детей соответствующего пола. Например, для ДТ на интервале 5–6 лет: $\Delta \text{ДТ}(5-6)\% = (\text{ДТ}_6 - \text{ДТ}_5) \times 100\% / \text{ДТ}_{18}$, где ДТ5, ДТ6 и ДТ18 — медианы длины тела в возрастных группах 5, 6 и 18 лет. При формировании возрастных подгрупп возраст пациента в годах определяли как округленное значение до ближайшего целого.

V.I. Starodubov¹, A.A. Melnikov², S.G. Rudnev^{1, 3}

¹ Federal Research Institute for Health Organization and Informatics, Moscow, Russian Federation

² Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl, Russian Federation

³ Institute of Numerical Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Sexual Dimorphism of Height-Weight Indices and Body Composition in Russian Children and Adolescents Aged 5–18 Years: The Results of Mass Population Screening

Background: Population screening in Health Centers (HCs) represents the only data source of mass anthropometric and body composition in Russia. Previously, an overview of the physical development and body composition of the population according to HCs' data along with centile reference tables were published while a detailed analysis of sexual dimorphism was not carried out. **Aims:** The analysis of sexual dimorphism of height-weight indices and body composition data in modern Russian children and adolescents aged 5–18 years according to HCs data, as well as comparison of the dynamics of age-related changes in anthropometric data with the WHO growth references. **Materials and methods:** Non-clinical cross-sectional observational study was conducted using bioimpedance and related anthropometric HCs' data over the period 2010–2012. The data was obtained according to Russian Health Ministry letter no. 14-1/10/2-3200 dated Oct. 24, 2012. The study sample included 268 153 subjects, 140 769 boys and 127 384 girls. Intergroup differences were evaluated with the Mann-Whitney test. The distributions of Ht, Wt, and BMI for age and sex were matched with the WHO reference data using LMS-transformation with the parameters from the WHO expanded tables with the subsequent calculation of 95% confidence intervals for median z-scores. **Results:** Availability of double crossing of growth curves in boys and girls for Ht and Wt during puberty is shown with a narrower double crossing interval for Wt as compared to conventional data. The relative annual growth rates for Ht and Wt were higher in females up to the age of 12 years, and in males older 12. Throughout the age range, median values of BMI in boys and girls were similar (with the differences in the range of 1 kg/m²); median values of FFM were significantly higher in males, and of BF and %BF in females. In most age groups, the median values of Ht and Wt in Russian children and adolescents were higher as compared to WHO reference data (with the maximal difference $z=+0.74$ for Wt in 10 years-old boys). The similar pattern was detected for BMI in boys aged 5–17 and girls aged 6–14. **Conclusions:** The narrower interval of double-crossing of growth curves for Wt may indicate adverse environmental effects associated with overnutrition and reduced physical activity which leads to elevated fatness in boys. Taking into account mass character of data, relatively broad coverage of regions, and the observed differences with the WHO growth references, the use of Health Centers' data is advisable for the elaboration of the national standard of physical development in children and adolescents.

Key words: anthropometry, bioimpedance analysis, body composition, children, adolescents, sexual dimorphism.

(For citation: Starodubov VI, Melnikov AA, Rudnev SG. Sexual Dimorphism of Height-Weight Indices and Body Composition in Russian Children and Adolescents Aged 5–18 Years: The Results of Mass Population Screening. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2017;72(2):134–142. doi: 10.15690/vramn758)

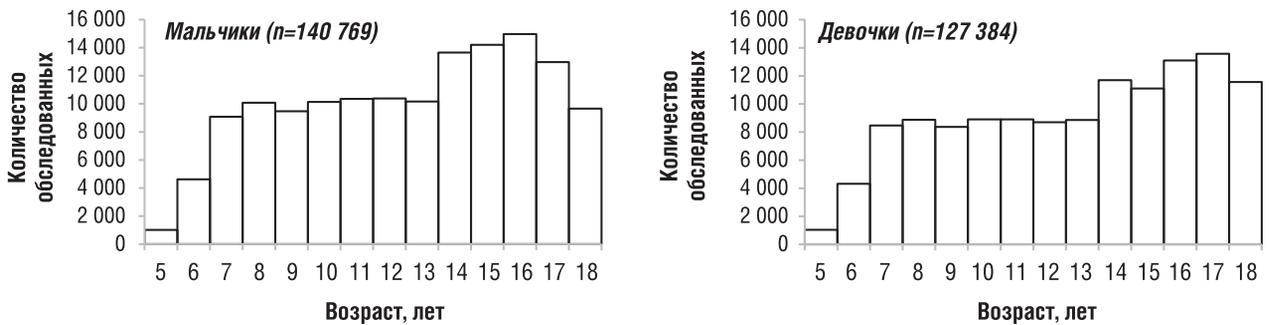


Рис. 1. Половозрастная структура обследованных детей

Этическая экспертиза

Все обследования в центрах здоровья проводятся с соблюдением правил биомедицинской этики: перед обследованием ребенка в центре здоровья его родитель или законный представитель подписывают информированное согласие на сбор, использование и обработку персональных данных; подростки, достигшие возраста 14 лет и старше, заполняют аналогичный документ самостоятельно. В связи с применением стандартных методов диагностики и отсутствием медицинских вмешательств разрешения этического комитета не требовалось.

136 Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки

Размер выборки предварительно не оценивали.

Методы статистического анализа данных

Рассчитывали медианные значения признаков и межквартильные диапазоны значений антропометрических показателей и параметров состава тела в зависимости от возраста и пола. Значимость половых различий оценивали на основе критерия Манна–Уитни. Распределения значений длины, массы тела и индекса массы тела для соответствующего возраста и пола сопоставляли с референтными данными ВОЗ путем LMS-трансформации* вариационных рядов на основе расширенных таблиц ВОЗ [13] с последующим расчетом доверительных интервалов для медианных z-значений признаков. В рассматриваемом возрастном диапазоне 5–18 лет референтные данные ВОЗ представляли собой данные национального центра статистики здоровья США/ВОЗ 1977 г. [14]. Данные обрабатывали с использованием пакетов программ MS Excel 2010 и Minitab 17.3.

Результаты

Участники исследования

Для проведения исследования использовали массив данных однократных биоимпедансных измерений и сопутствующей антропометрии 819 808 лиц мужского и женского пола в возрасте 5–85 лет в центрах здоровья в 2010–2012 гг. [10]. Указанный массив был сформирован из исходных данных объемом 1 023 780 записей путем удаления дубликатов измерений, неполных данных и результатов повторных измерений (за исключением последнего по времени) с последующим удалением не-

корректных данных — технических ошибок и подделок. Наличие технической ошибки (включая ошибку ввода данных) определяли, если МТ, ДТ, ИМТ, R50, реактивное сопротивление Xc50 или фазовый угол импеданса рассматриваемого пациента лежали за пределами интервалов допустимых значений, а также если оценка БМТ превышала МТ. Наличие подделки определяли в случае данных, соответствующих измерению шаблона (электронной схемы, поставляемой с анализатором состава тела для периодической проверки качества его работы), или программной эмуляции измерения [10]. В нашем исследовании анализировались только данные для детей и подростков 5–18 лет: всего 268 153 человека (140 769 мальчиков и 127 384 девочки) из 196 центров здоровья, относящихся к 51 субъекту Российской Федерации.

На рис. 1 видно, что распределения численностей групп обследованных мальчиков и девочек отличались мало, при этом наиболее массовыми были подгруппы детей школьного возраста, особенно от 14 до 17 лет.

Наибольший вклад в размер выборки, как следует из рис. 2, внесли Центральный, Приволжский и Сибирский федеральные округа. Данные по Северо-Кавказскому федеральному округу отсутствовали. Среди субъектов РФ по количеству записей в базе данных лидировали Москва, Омская, Воронежская, Пензенская и Саратовская области, Чувашская республика. Для 17 из представленных регионов количество записей с результатами обследования детей в возрасте 5–18 лет превысило 5000 человек (см. рис. 2).

Основные результаты исследования

Длина тела. Во всех возрастных группах установлены значимые половые различия ДТ (табл. 1). Мальчики были выше девочек в возрастных подгруппах 5–10 и 13–18 лет, а девочки — в 11 и 12 лет. Средние значения ДТ до 13-летнего возраста отличались мало, не более чем на 1–2 см. Затем различия росли, и к 17–18 годам составили 12 см. Годовой относительный прирост ДТ до 12 лет был выше у девочек (при сходном абсолютном приросте 5–6 см/год), а после 12 лет — у мальчиков (рис. 3). Максимальный прирост ДТ — порядка 7 см/год — отмечался у девочек 11–12 и у мальчиков 12–14 лет.

Сравнение с данными ВОЗ. Во всех возрастных группах медианные значения ДТ у мальчиков и девочек были значимо выше, чем в референтной группе ВОЗ (рис. 4); максимальные различия наблюдались у мальчиков 7–11 и девочек 7 лет ($z=+0,4-0,5$), а минимальные — у мальчиков 16–18 и девочек 14–17 лет ($z=+0,1-0,2$).

Масса тела. Медианные значения МТ во всех возрастных группах, за исключением 12-летних детей, были значимо выше у мальчиков, а в 12 лет — у девочек (см. табл. 1). Средние половые различия МТ до 13 лет не превышали 1,5 кг, затем постоянно росли, и в 18 лет составили 11 кг. До 10-летнего возраста абсолютные годовые

* Преобразование Бокса-Кокса исходных значений признаков с параметрами L, M и S, зависящими от возраста и пола. В случае если референтные данные удовлетворяют нормальному закону, получаемый результат (z-значение признака) соответствует количеству стандартных отклонений от выборочного среднего для референтной группы. Традиционно применяется для стандартизации данных.

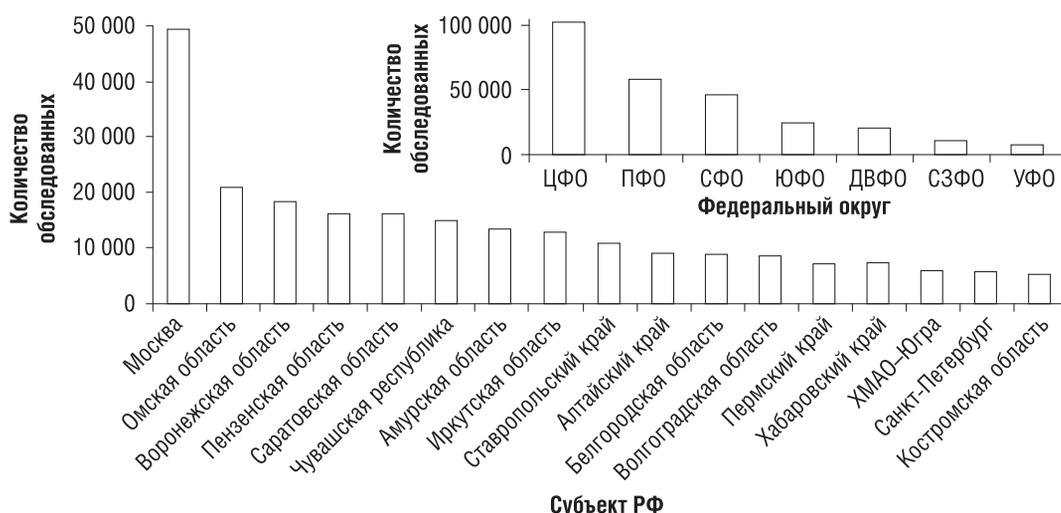


Рис. 2. Распределение объема выборки по федеральным округам и субъектам Российской Федерации (для 17 регионов с наибольшим количеством обследованных)

Примечание. ХМАО — Ханты-Мансийский автономный округ.

приросты МТ у мальчиков и девочек соответствовали друг другу (порядка 3–3,5 кг/год), а относительный прирост МТ был несколько выше у девочек (см. рис. 3). Пик годового прироста МТ у девочек достигался от 11 до 12 лет (5,3 кг, или 9,3% в год), а у мальчиков — от 13 до 14 лет (6,0 кг, или 8,8% в год).

Сравнение с данными ВОЗ. Значения МТ у детей старше 10 лет трудно интерпретировать в связи с широкой индивидуальной вариацией времени начала пубертатного скачка роста, поэтому на сайте ВОЗ представлены только референтные данные для детей до 10 лет [13]. У мальчиков 5–10 лет и девочек 6–10 лет МТ была выше, чем

Таблица 1. Длина (ДТ), масса (МТ) и индекс (ИМТ) массы тела российских детей и подростков по данным центров здоровья: медиана и межквартильный диапазон

Возраст, лет	Мальчики				Девочки			
	п	ДТ, см	МТ, кг	ИМТ, кг/м ²	п	ДТ, см	МТ, кг	ИМТ, кг/м ²
5	1023	113* 109–117	20,0* 18,0–22,0	15,6* 14,6–16,8	954	112 108–115	19,0 17,0–22,0	15,1 14,1–16,7
6	4624	118* 115–122	22,0* 19,5–25,0	15,6* 14,6–17,1	4316	118 114–122	21,3 19,0–24,8	15,5 14,3–17,1
7	9077	124* 120–128	25,0* 22,0–28,7	16,1* 14,9–17,8	8467	123 119–127	24,0 21,0–28,0	15,8 14,6–17,8
8	10 075	130* 126–134	28,0* 24,8–33,0	16,6* 15,3–18,9	8876	129 124–133	27,0 23,3–31,7	16,2 14,9–18,4
9	9474	135* 131–140	31,5* 27,4–37,4	17,1* 15,6–19,7	8360	134 130–139	30,0 26,0–36,0	16,6 15,1–19,3
10	10 132	141* 136–145	35,0* 30,1–42,1	17,7* 16,0–20,5	8904	140 135–145	34,1 29,1–41,0	17,3 15,5–20,1
11	10 358	146* 141–151	39,0* 33,6–47,0	18,3* 16,4–21,3	8904	146 141–152	38,7 32,6–46,5	17,8 15,9–20,8
12	10 376	151* 146–157	43,5* 37,0–52,6	18,8* 16,9–22,1	8704	153 147–158	44,0 37,0–52,7	18,6 16,6–21,6
13	10 172	158* 152–164	49,0* 41,4–58,4	19,3 17,4–22,3	8860	158 153–162	48,6 42,0–56,7	19,3 17,3–22,1
14	13 650	165* 159–171	55,0* 47,0–64,0	19,8* 18,0–22,4	11 689	161 157–165	52,0 46,0–59,0	19,9 18,1–22,4
15	14 204	171* 165–176	60,0* 53,0–68,2	20,3 18,6–22,7	11 107	163 159–167	54,0 48,1–61,0	20,3 18,6–22,7
16	14 971	174* 169–179	63,9* 57,0–72,0	20,8* 19,1–23,2	13 100	163 159–168	55,0 49,8–62,1	20,6 18,8–22,9
17	12 974	176* 171–180	66,0* 59,0–74,0	21,3* 19,5–23,4	13 576	164 160–168	56,0 50,0–63,0	20,7 19,0–22,9
18	9659	177* 172–181	68,0* 61,2–75,3	21,7* 20,0–23,7	11 567	165 160–169	57,0 51,0–63,1	20,8 19,1–23,0

Примечание. Значимые половые различия: * — $p < 0,01$.

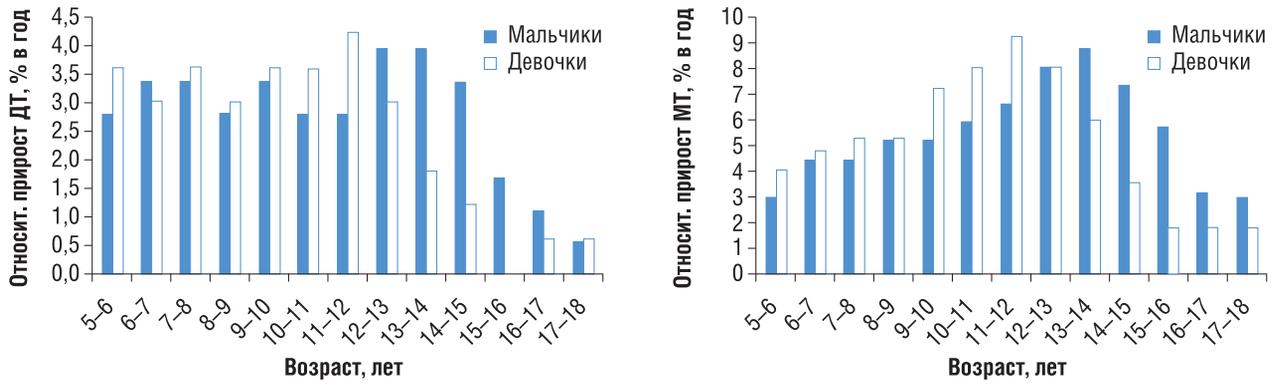


Рис. 3. Динамика относительного годового прироста длины (ДТ) и массы тела (МТ) у мальчиков и девочек: данные центров здоровья

в референтной группе ВОЗ (см. рис. 4). В группе 5-летних девочек значимые различия отсутствовали. У мальчиков максимальные различия наблюдались в возрастной группе 10 лет ($z=+0,74$), а у девочек — в возрастной группе 7 лет ($z=+0,46$).

Индекс массы тела. У мальчиков 5–12 и 16–18 лет медианные значения ИМТ были значимо выше, чем у девочек (см. табл. 1). В 13 и 15 лет значимые различия отсутствовали, а в 14 лет ИМТ был выше у девочек. При этом во всех возрастных группах половые различия ИМТ были невелики — в пределах $1 \text{ кг}/\text{м}^2$.

Сравнение с данными ВОЗ. У мальчиков 5–17 лет ИМТ был значимо выше, чем в референтной группе ВОЗ, а в 18 лет различия отсутствовали (см. рис. 4). Максимальные различия наблюдались в возрасте 10 лет ($z=+0,66$). У девочек значимые различия с данными ВОЗ в возрастной группе 5 лет отсутствовали, с 6 до 15 лет медианные значения ИМТ были значимо выше, а с 16 до 18 лет — ниже, чем в референтной группе ВОЗ. Максимальные

различия у девочек, как и у мальчиков, наблюдались в возрасте 10 лет ($z=+0,34$).

Безжировая (тощая) масса тела. Во всех возрастных группах мальчики имели более высокие медианные значения БМТ в сравнении с девочками. До 12-летнего возраста включительно абсолютные различия БМТ были невелики — в пределах 1,8 кг (минимальные различия 0,3 кг в 12 лет), а затем росли, и к 18 годам достигли 14,1 кг. У девочек годовой прирост БМТ был относительно постоянным с 5 до 8 лет (порядка 1,9–2,0 кг, или 4,7–5% в год), далее увеличивался, достигая максимума в 11–12 лет (4,1 кг, или 10,2% в год), и затем снижался (табл. 2; рис. 5). У мальчиков 11–14 лет наблюдалось увеличение, а затем снижение годового прироста БМТ (максимальный прирост 5,6 кг, или 10,3% в год, в 13–14 лет). Относительный годовой прирост БМТ от 5 до 12 лет был выше у девочек, а от 12 до 18 лет — у мальчиков.

Жировая масса тела. У девочек всех возрастных групп ЖМТ была значимо выше, чем у мальчиков (см. табл. 2).

138

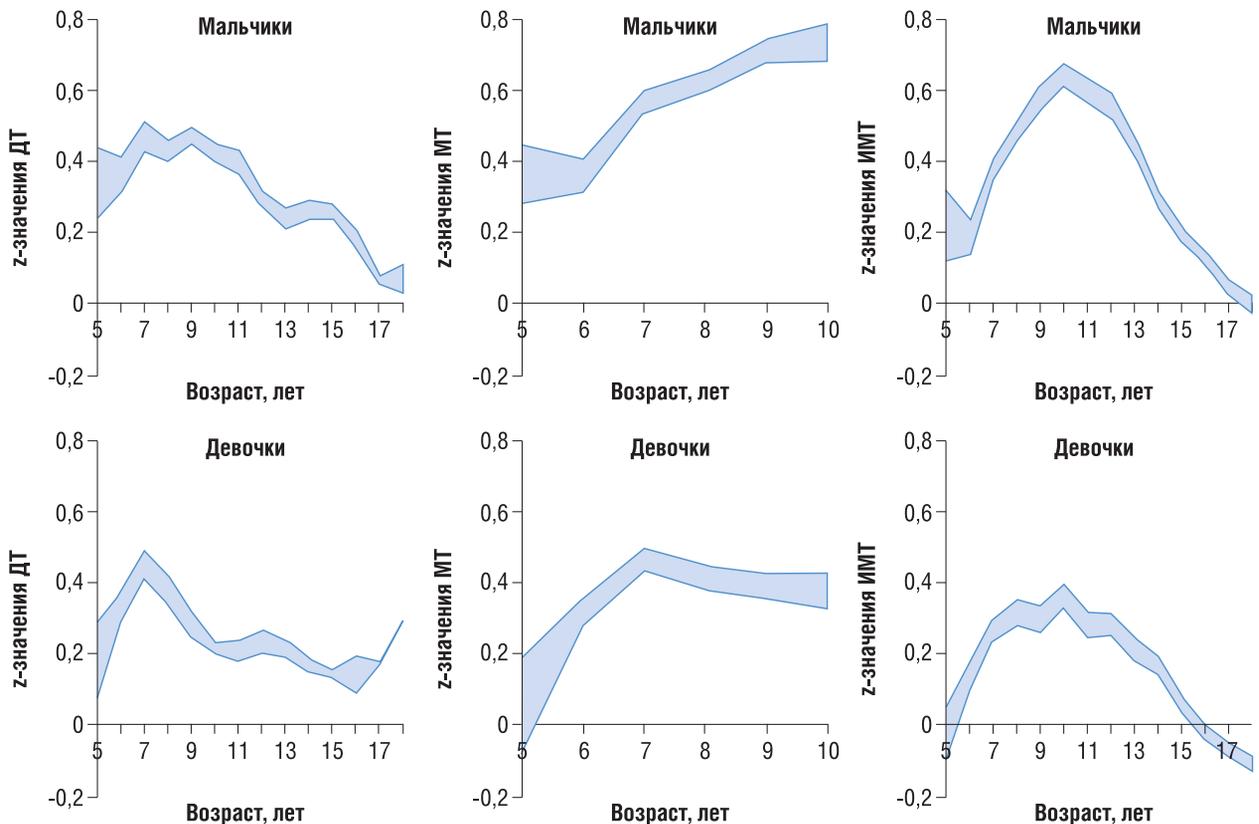


Рис. 4. Доверительные интервалы медианных z-значений длины (ДТ), массы (МТ) и индекса (ИМТ) массы тела в группах обследованных относительно референтных данных ВОЗ в зависимости от возраста и пола

Таблица 2. Безжировая (тощая; БМТ), жировая (ЖМТ) и относительная жировая (%ЖМТ) масса тела российских детей и подростков по данным центров здоровья: медиана и межквартильный диапазон

Возраст, лет	Мальчики				Девочки			
	n	БМТ, кг	ЖМТ, кг	%ЖМТ	n	БМТ, кг	ЖМТ, кг	%ЖМТ
5	1023	17,0* 15,3–18,7	2,9** 2,1–4,2	15,1* 11,3–19,1	954	15,7 14,1–17,7	3,1 2,4–4,3	17,2 13,8–21,2
6	4624	18,5* 16,7–20,6	3,4* 2,5–4,8	15,9* 12,1–20,2	4316	17,7 16,0–19,7	3,8 2,8–5,4	18,4 14,3–22,7
7	9077	20,8* 18,7–23,1	4,1* 3,0–6,0	17,1* 13,3–21,9	8467	19,6 17,6–21,9	4,5 3,3–6,6	19,5 15,2–24,5
8	10 075	22,9* 20,7–25,8	5,0* 3,5–7,6	18,5* 14,1–23,8	8876	21,5 19,3–24,2	5,3 3,8–7,9	20,5 16,0–25,7
9	9474	25,5* 22,8–28,9	6,0* 4,2–9,2	19,6* 14,9–25,5	8360	23,8 21,2–26,9	6,4 4,5–9,7	21,9 16,9–27,6
10	10 132	28,1* 25,0–31,8	7,0* 4,8–11,1	20,8* 15,6–27,0	8904	26,5 23,5–30,3	7,5 5,3–11,5	22,8 17,9–28,7
11	10 358	30,8* 27,3–35,1	8,1* 5,5–12,8	21,4* 16,3–28,1	8904	29,8 26,0–34,2	8,6 5,9–12,8	23,0 18,0–28,7
12	10376	34,2* 30,0–39,4	8,8* 5,9–14,2	21,1* 15,8–28,1	8704	33,9 29,3–38,7	9,9 6,8–14,8	23,4 18,4–29,1
13	10 172	39,3* 33,8–45,7	9,0* 6,0–14,4	19,5* 14,1–26,2	8860	36,9 32,7–41,4	11,5 8,2–16,2	24,4 19,6–29,7
14	13 650	44,9* 38,7–51,2	9,3* 6,3–14,8	18,0* 12,9–24,6	11 689	38,6 34,8–43,0	13,2 9,8–17,8	26,1 21,1–30,9
15	14 204	49,2* 43,5–54,9	10,3* 7,1–15,4	17,9* 13,1–23,9	11 107	39,6 35,8–44,2	14,3 11,0–18,5	27,3 22,5–31,6
16	14 971	52,0* 46,6–57,8	11,3* 8,1–16,3	18,4* 13,9–23,9	13 100	40,2 36,5–44,6	15,1 11,8–19,2	28,0 23,5–32,2
17	12 974	53,1* 47,9–58,8	12,4* 9,0–17,4	19,4* 14,7–24,8	13 576	40,6 36,8–45,1	15,3 12,0–19,4	28,1 23,6–32,3
18	9659	54,4* 49,5–59,7	13,3* 9,6–18,3	19,9* 15,2–25,3	11 567	40,3 36,9–44,4	16,2 12,7–20,7	29,3 24,5–33,9

Примечание. Значимые половые различия: * – $p < 0,01$, ** – $p < 0,03$.

Минимальные различия наблюдались в возрасте 5 лет (0,2 кг), а максимальные — в 15 лет (4,0 кг). На всем возрастном интервале годовые приросты ЖМТ у девочек и мальчиков были положительными (см. рис. 5). У девочек наблюдалось увеличение годового прироста ЖМТ с максимумом в 13–14 лет (1,7 кг, или 10,5% в год) и последующим снижением. В годовом приросте ЖМТ у мальчиков выделялись два максимума — в 10–11 и 16–17 лет (1,1 кг, или 8,3% в год) с одним минимумом в 12–13 лет (0,2 кг/год; см. табл. 2 и рис. 5). Максималь-

ные половые различия годового прироста ЖМТ наблюдались в возрасте 12–14 лет (1,4 кг/год).

Относительная жировая масса. Во всех возрастных группах %ЖМТ у девочек был значимо выше, чем у мальчиков. В отличие от мальчиков, у девочек увеличение %ЖМТ происходило на всем возрастном интервале: с 17,2% в 5 лет до 29,3% в 18 лет (см. табл. 2). Увеличение %ЖМТ у мальчиков наблюдалось от 5 до 11 и от 15 до 18 лет, а в период пубертатного скачка роста (от 11 до 15 лет) %ЖМТ снижался (см. табл. 2).

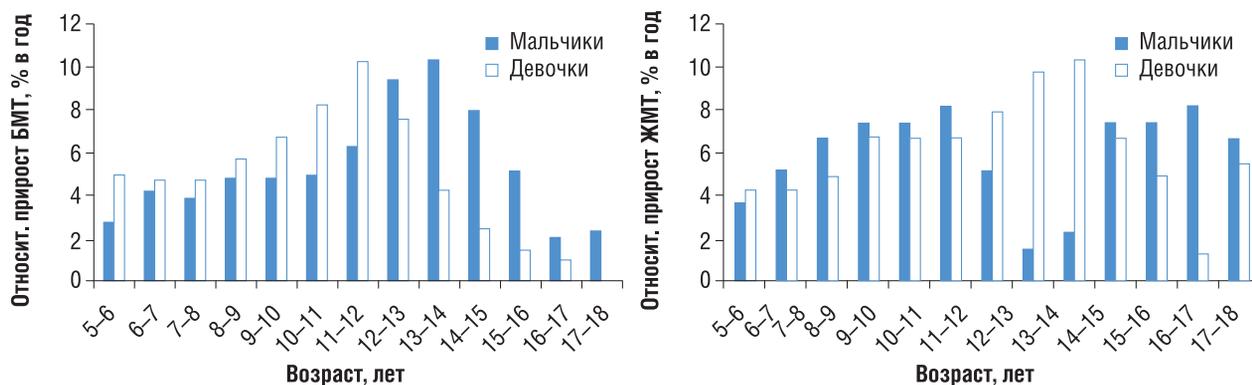


Рис. 5. Динамика относительного годового прироста безжировой (БМТ) и жировой (ЖМТ) массы тела у мальчиков и девочек: данные центров здоровья

Обсуждение

Резюме основного результата исследования

В работе приведены референтные данные антропометрии и состава тела для современных российских детей и подростков 5–18 лет. Анализ половых различий выявил наличие двойного перекреста ростовых кривых для мальчиков и девочек по ДТ и МТ, причем для МТ соответствующий интервал оказался более узким в сравнении с традиционными данными. Относительные годовые приросты ДТ и МТ до 12 лет были выше у девочек, а после 12 лет — у мальчиков. Во всех возрастных подгруппах медианные значения ИМТ у мальчиков и девочек отличались мало (различия в пределах 1 кг/м^2), значения БМТ были выше у мальчиков, а ЖМТ и %ЖМТ — у девочек.

В большинстве возрастных подгрупп (за исключением подгруппы девочек 5 лет) медианные значения ДТ и МТ российских детей и подростков были выше, чем в референтной группе ВОЗ (максимальные различия $z=+0,74$ для МТ у 10-летних мальчиков). Аналогичная закономерность выявлена для ИМТ (у мальчиков 5–17 и девочек 6–14 лет).

Обсуждение основного результата исследования

Полученные результаты согласуются с данными возрастной антропологии о наличии двойного перекреста ростовых кривых у мальчиков и девочек 10–13 лет по ДТ [15]: в нашем исследовании девочки 11 и 12 лет имели более высокие медианные значения ДТ, чем мальчики. Отметим, что в референтной группе ВОЗ интервал двойного перекреста ростовых кривых по ДТ приходился на возраст 9–13 лет [13]. Выявленное в ряде работ отсутствие двойного перекреста по ДТ [16] может быть связано с малым размером выборки, недостаточным для выявления значимых различий. Вариация границ интервала двойного перекреста может объясняться особенностями соматотипа групп обследованных [17]. Кроме того, имеет значение способ формирования возрастных групп: определение возраста пациента в годах как полного количества лет по сравнению с используемым здесь округлением до ближайшего целого привело бы к сдвигу интервала двойного перекреста на 0,5 года назад.

По темпу прироста ДТ полученные результаты хорошо соответствуют результатам других работ. Например, в проспективном когортном исследовании японских детей [18] было показано, что в 6–7-летнем возрасте годовой прирост ДТ у мальчиков и девочек составлял порядка 6 см, а максимум прироста в пубертатный период был немногим больше: 6,7 см в 10–11 лет у девочек и 7,4 см в 12 лет у мальчиков. При этом перед пубертатным скачком отмечалось замедление скорости роста.

Наблюдаемые половые различия медианных значений ДТ в возрастной группе 18 лет соответствовали референтным данным ВОЗ (12 и 13 см соответственно). По сравнению с данными 1960–1976 гг. [15], ДТ мальчиков в возрасте 18 лет оказалась на 8,6 см, а девочек — на 7,2 см больше. Причиной увеличения дефинитивной ДТ могут служить благоприятные условия для реализации генетической программы роста: повышенное питание, снижение объема и интенсивности физических нагрузок, а также антигенной нагрузки в результате улучшения санитарно-гигиенических условий жизни.

Только в возрастной группе 12-летних детей медианное значение МТ у девочек было выше, чем у мальчиков. Таким образом, интервал двойного перекреста ростовых кривых по МТ был более коротким в сравнении с традиционными данными (10–14 лет), интерпретируемыми как

отражение нормального роста и развития [1, 15]. Данные зарубежных исследований о половых различиях МТ у современных детей разнятся. Например, в работе К. Kim и соавт. [8] приводятся сведения о большей МТ у южнокорейских мальчиков, начиная с 11 лет.

Выявленная особенность полового диморфизма — более высокие годовые приросты веса у девочек 5–12 лет и мальчиков 13–18 лет (см. рис. 3) — соответствует традиционным представлениям о более раннем начале пубертатных изменений у девочек и более выраженном анаболическом росте в пубертатном периоде у мальчиков.

Полученные данные указывают на наличие двойного перекреста ростовых кривых по ИМТ — в 13 и 15 лет (см. табл. 1). Однако на всем возрастном интервале эти различия у мальчиков и девочек были невелики (в пределах 1 кг/м^2), а значимость различий обеспечивалась за счет больших выборок. По данным, приведенным W. Mueller и соавт. [6], половой диморфизм ИМТ в группе обследованных американских детей 8–17 лет отсутствовал (различия в пределах $0,1 \text{ кг/м}^2$), при этом значения ИМТ, начиная с 11,5 лет, были несколько выше у девочек.

Анализ изменений состава тела обследованных позволил уточнить структуру половозрастной изменчивости массы тела, так как ее изменения могли происходить за счет двух различных составляющих — тощей или жировой массы. Максимум относительных приростов массы тела в 11–12 лет у девочек и в 13–14 лет у мальчиков (см. рис. 3) соответствовали пики годового прироста безжировой массы (см. рис. 5). Последующее снижение годового прироста массы тела, в том числе безжировой массы, у девочек сопровождалось увеличением годового прироста жировой массы, максимум которого приходился на возраст 13–14 лет. Указанные изменения соответствуют представлениям о значимой роли развития жировой ткани у девочек в период полового созревания. У мальчиков 12–14 лет в период максимального прироста безжировой массы годовые приросты жировой массы были минимальны (см. рис. 5), что соответствует данным о ведущей роли развития скелетно-мышечной ткани у мальчиков в период полового созревания. Указанный эффект приводил к временному снижению %ЖМТ у мальчиков на возрастном интервале 11–15 лет (см. табл. 2).

Выявленное отсутствие перекрестов ростовых кривых для мальчиков и девочек по безжировой, жировой массе и %ЖМТ соответствует сведениям зарубежных исследований [6, 8, 19]. В отличие от наших данных, у американских подростков старше 15 лет, обследованных в 1991–1995 гг., наблюдалось снижение абсолютных значений жировой массы тела [6]. В сравнении с американскими детьми, в нашем исследовании значения %ЖМТ у мальчиков были выше с 15, а у девочек — с 12 лет [6]. В сравнении с английскими детьми, %ЖМТ у обследованных мальчиков был выше с 6–7, а у девочек — также с 12 лет [19], что указывает на более высокий уровень жировоотложения у российских детей старшего возраста. С учетом различий использованного биоимпедансного оборудования этот вывод следует рассматривать как предварительный, поэтому при сопоставлении с зарубежными данными по составу тела основное внимание уделено сравнительной характеристике качественных изменений.

В отличие от центильных таблиц половозрастной изменчивости признаков, рассчитанных с использованием моделей GAMLSS (Generalized Additive Models for Location, Scale and Shape) [10], нами использован иной способ описания данных для той же выборки: на основе дескриптивных статистик для возрастных подгрупп.

В связи с этим данные, представленные в табл. 1 и 2, несколько отличаются от приведенных в указанной работе.

Изучение возможностей использования массовых данных профилактического скрининга в центрах здоровья для мониторинга здоровья детей представляет повышенный интерес [9, 20]. Среди обследованных в центрах здоровья дети и подростки школьного возраста являются наиболее многочисленной и широко представленной группой пациентов. На репрезентативность таких данных указывают результаты сравнения с показателями выборочных исследований в школах Москвы [21] и Ростовской области [22]. В то же время анализ репрезентативности данных центров здоровья для взрослого контингента не проводился, а дети младше 5 лет не были представлены в силу ограничения на возраст пациентов в программном обеспечении анализаторов состава тела. Это явилось одним из оснований для выбора возрастного периода 5–18 лет при проведении исследования.

Распределения значений длины, массы тела и ИМТ существенно отличались от референтных данных ВОЗ, что указывает на актуальность разработки национального стандарта физического развития детей и подростков. Наиболее близкие исследования в этом направлении проводятся на базе ННПЦЗД (Москва). Например, в сборнике «Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации» под ред. А.А. Баранова и В.Р. Кучмы [3] представлена актуальная информация для составления региональных стандартов физического развития. Массовые данные центров здоровья, полученные в рамках единых методических принципов на однотипном оборудовании, могут быть также использованы для решения указанной задачи.

Ввиду демографической, климатической, социально-экономической и экологической неоднородности регионов России, вариативности антропометрических показателей детей и подростков [3, 10, 23] актуально изучение территориальных особенностей выявленных половых различий.

Ограничения исследования

Полученные по формуле L. Houtkooper и соавт. оценки состава тела верифицированы для детей 10–19 лет [12], поэтому необходима осторожность при интерпретации данных о составе тела детей младшего возраста. Вместе с тем выявленные основные особенности полового диморфизма относятся к возрастному периоду 10 лет и старше, т.е. в границах применимости указанной формулы. Как отмечалось выше, результаты сравнения полученных оценок состава тела с данными зарубежных исследований необходимо интерпретировать с осторожностью (до соответствующих уточнений) ввиду различий типов использованного биоимпедансного оборудования. В задаче исследования наряду с характеристической состава тела входили анализ полового диморфизма роста-весовых показателей и сравнение их с референтными данными ВОЗ. Данные антропометрических измерений были доступны для всего рассматриваемого возрастного диапазона.

Возрастные группы 5-летних мальчиков и девочек в нашей работе были представлены только детьми 5,0–5,5 лет (дети младше 5 лет в выборке отсутствовали). Поэтому данные на рис. 3 и 5 о годовом приросте показателей от 5 до 6 лет представляют изменения за 3/4 года, а не за целый год. Аналогично медианные значения признаков для 5-летних детей в табл. 1 и 2 соответствуют среднему возрасту 5,25, а не 5,0 года.

В связи с потенциальной значимостью информации, получаемой в центрах здоровья, для контроля хрониче-

ских неинфекционных заболеваний отметим, что в настоящее время централизованный сбор таких данных практически остановлен. Соответствующие организационные проблемы, включая прекращение государственного финансирования федерального информационного ресурса центров здоровья (ФИР ЦЗ), описаны в работах [9, 24]. С учетом изложенного считаем жизненно необходимым возобновление поддержки ФИР ЦЗ и включение данного ресурса в единую государственную информационную систему в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). По инициативе ЦНИИОИЗ Минздрава России сбор данных, получаемых в центрах здоровья, был организован в 2012, 2014 и 2015 гг. «в ручном режиме» [9, 10, 25]. В представленной работе приведены результаты анализа данных за 2010–2012 гг. как наиболее полно изученных в других аспектах [10].

Заключение

Национальная сеть центров здоровья является уникальным источником массовых данных антропометрии и состава тела, собираемых в рамках профилактического скрининга населения России по стандартизованным методикам на однотипном оборудовании. Ранее была представлена обобщенная характеристика таких данных и опубликованы центильные таблицы изменчивости признаков. При этом подробный анализ половых различий не проводился.

Выявленные половозрастные особенности антропометрических данных российских детей и подростков в возрасте 5–18 лет, обследованных в центрах здоровья, согласуются с данными возрастной антропологии о наличии двойного перекреста ростовых кривых для мальчиков и девочек по длине и массе тела. В отличие от данных для длины тела, интервал двойного перекреста для массы тела был более узким по сравнению с традиционными данными. Это может свидетельствовать о неблагоприятном влиянии средовых факторов, связанных с избыточным питанием и недостаточной физической активностью, что проявляется в повышенном уровне жировоголожения у мальчиков.

Ввиду неоднородности регионов России по уровню жизни, этническому составу, состоянию экологии и климата, вариативности основных антропометрических показателей актуально изучение территориальных особенностей выявленных половых различий. С учетом массовости, широты охвата населения и выявленных различий с референтными данными ВОЗ целесообразно использование данных, получаемых в центрах здоровья, при разработке национального стандарта физического развития детей и подростков.

Источник финансирования

Работа выполнена в ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-15-01085, рук. В.И. Стародубов).

Конфликт интересов

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Выражение признательности

Авторы благодарят Д.В. Николаева за участие в организации исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кучма В.Р. *Гигиена детей и подростков*. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. — 476 с. [Kuchma VR. *Gigiena detei i podrostkov*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. 476 p. (In Russ).]
2. Liu P, Lou H, Liu Y. The utility of fat mass index vs body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome. *BMC Public Health*. 2013;13:629. doi: 10.1186/1471-2458-13-629.
3. *Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации* / Под ред. Баранова А.А., Кучмы В.Р. Сборник материалов. Вып. VI. — М.: ПедиатрЪ; 2013. — 192 с. [*Fizicheskoe razvitiie detei i podrostkov Rossiiskoi Federatsii. Sbornik materialov*. Vypusk VI. Ed by Baranov A.A., Kuchma V.R. Moscow: Peditr'; 2013. 192 p. (In Russ).]
4. Lobstein T, Jackson-Leach R, Moodie ML, et al. Child and adolescent obesity: part of a bigger picture. *Lancet*. 2015;385(9986):2510–2520. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61746-3.
5. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health*. 2002;31(6 Suppl):192–200. doi: 10.1016/S1054-139X(02)00485-8.
6. Mueller WH, Harrist RB, Doyle SR, Labarthe DR. Percentiles of body composition from bioelectrical impedance and body measurements in U.S. adolescents 8–17 years old: Project Heart Beat! *Am J Hum Biol*. 2004;16(2):135–150. doi: 10.1002/ajhb.20002.
7. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67 Suppl 1:S79–S85. doi: 10.1038/ejcn.2012.168.
8. Kim K, Hong S, Kim EY. Reference values of skeletal muscle mass for Korean children and adolescents using data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2011. *PLoS One*. 2016;11(4):e0153383. doi: 10.1371/journal.pone.0153383.
9. Стародубов В.И., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Коростылев К.А. Федеральный информационный ресурс центров здоровья: современное состояние и перспективы развития // *Социальные аспекты здоровья населения*. — 2015. — Т.45. — №5 — С. 1. [Starodubov VI, Rudnev SG, Nikolaev DV, Korostylev KA. Federal Information Resource of Health Centres: current state and developmental perspectives. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2015;45(5):1. (In Russ.)] Доступно по: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/706/30/lang.ru/>. Ссылка активна на 08.04.2017.
10. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., и др. *Биоимпедансное исследование состава тела населения России*. — М.: РИО ЦНИИОИЗ; 2014. — 493 с. [Rudnev SG, Soboleva NP, Sterlikov SA, et al. *Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naseleniya Rossii*. Moscow: RIO TsNIIOIZ; 2014. 493 p. (In Russ).]
11. Смирнов А.В., Колесников В.А., Николаев Д.В., Ерюкова Т.А. *АВС-01 «Медасс»: анализатор оценки баланса водных секторов организма с программным обеспечением (руководство пользователя)*. — М.: НТЦ Медасс; 2009. — 38 с. [Smirnov AV, Kolesnikov VA, Nikolaev DV, Eryukova TA. *AVS-01 «Medass»: analizator otsenki balansa vodnykh sektorov organizma s programmyim obespecheniem (rukovodstvo pol'zovatelya)*. Moscow: NTTs Medass; 2009. 38 p. (In Russ).]
12. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, et al. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol* (1985). 1992;72(1):366–373.
13. who.int [Internet]. World Health Organization. Growth Reference Data for 5–19 years [cited 2017 Apr 9]. Available from: <http://www.who.int/growthref/en/>.
14. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(9):660–667. doi: 10.2471/BLT.07.043497.
15. Никитюк Б.А., Чтецов В.П. *Морфология человека. Учебное пособие*. 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Изд-во МГУ; 1990. — 344 с. [Nikityuk BA, Chtetsov VP. *Morfologiya cheloveka: uchebnoe posobie*. 2nd ed. updated and revised. Moscow: Izd-vo MGU; 1990. 344 p. (In Russ).]
16. Гребенникова В.В., Михайлова Л.А., Колодко В.Г. Компонентный состав тела детей г. Норильска // *Сибирское медицинское обозрение*. — 2008. — №5 — С. 73–76. [Grebennikova VV, Mihajlova LA, Kolodko VG. Komponentnyi sostav tela detei g. Noril'ska. *Siberian medical review*. 2008;(5):73–76. (In Russ).]
17. Панасюк Т.В. Конституциональная принадлежность как основа прогноза роста и развития детей: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — СПб.; 2008. — 30 с. [Panasyuk TV. *Konstitutsional'naya prinaladlezhnost' kak osnova prognoza rosta i razvitiya detei*. [dissertation abstract] St. Petersburg; 2008. 30 p. (In Russ).]
18. Zheng W, Suzuki K, Yokomichi H, et al. Multilevel longitudinal analysis of sex differences in height gain and growth rate changes in Japanese school-aged children. *J Epidemiol*. 2013;23(4):275–279. doi: 10.2188/jea.je20120164.
19. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, et al. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)*. 2006;30(4):598–602. doi: 10.1038/sj.ijo.0803232.
20. Альбицкий В.Ю., Модестов А.А., Косова С.А., и др. Анализ деятельности и перспективы развития центров здоровья для детей // *Российский педиатрический журнал*. — 2015. — Т.18. — №1 — С. 35–40. [Albitskiy VYu, Modestov AA, Kosova SA, et al. Analysis of the activities and prospects of development of health centers for children. *Russian journal of pediatrics*. 2015;18(1):35–40. (In Russ).]
21. Анисимова А.В., Руднев С.Г., Година Е.З., и др. Состав тела московских детей и подростков: характеристика репрезентативности данных биоимпедансного обследования в Центрах здоровья // *Лечение и профилактика*. — 2014. — №1 — С. 24–29. [Anisimova AV, Rudnev SG, Godina EZ, et al. The body composition of Moscow children and adolescents: evaluation of representativeness of data of bio-impedance examination in health centers. *Lechenie i profilaktika*. 2014;(1):24–29. (In Russ).]
22. Войнов В.Б., Кульба С.Н. Закономерности роста и физического развития мальчиков и девочек школьного возраста Ростовской области. Общие и частные феномены // *Новые исследования*. — 2016. — №1 — С. 5–22. [Voinov VB, Kul'ba SN. Zakonomernosti rosta i fizicheskogo razvitiya mal'chikov i devochek shkol'nogo vozrasta Rostovskoi oblasti. Obshchie i chastnye fenomeny. *Novye issledovaniya*. 2016;(1):5–22. (In Russ).]
23. Скоблина Н.А., Кучма В.Р., Милушкина О.Ю., Бокарева Н.А. Современные тенденции физического развития детей и подростков // *Здоровье населения и среда обитания*. — 2013. — №8 — С. 9–12. [Skoblina NA, Kuchma VR, Milushkina OYu, Bokareva NA. Current trends of the physical development of children and adolescents. *ZNiSO*. 2013;(8):9–12. (In Russ).]
24. Стародубов В.И., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Коростылев К.А. О качестве данных профилактического скрининга в центрах здоровья и способе повышения эффективности бюджетных расходов // *Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ*. — 2015. — №44 — С. 43–49. [Starodubov VI, Rudnev SG, Nikolaev DV, Korostylev KA. O kachestve dannykh profilakticheskogo skringinga v tsentrakh zdorov'ya i sposobe povysheniya effektivnosti byudzhethnykh raskhodov. *Analiticheskii vestnik Soveta Federatsii FS RF*. 2015;44(597):43–49. (In Russ).]
25. Руднев С.Г., Николаев Д.В., Коростылев К.А., и др. Центры здоровья: технология обработки больших объемов данных профилактического скрининга // *Социальные аспекты здоровья населения*. — 2015. — Т.46. — №6 — С. 1. [Rudnev SG, Nikolaev DV, Korostylev KA, et al. Health centres: technology to process mass data on preventive screening. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2015;46(6):1. (In Russ.)] Доступно по: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/716/30/lang.ru/>. Ссылка активна на 08.04.2017.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Стародубов Владимир Иванович, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России
 Адрес: 127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 11, тел.: +7 (495) 619-00-70, e-mail: starodubov@mednet.ru,
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3625-4278>; SPIN-код: 7223-9834

Мельников Андрей Александрович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физического воспитания ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского»
 Адрес: 150000, Ярославль, ул. Республиканская, д. 108, e-mail: a.melnikov@yspu.yar.ru,
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5281-5306>, SPIN-код: 1425-0018

Руднев Сергей Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБУН «ИВМ» РАН, ведущий научный сотрудник отделения анализа статистики здоровья населения ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России
 Адрес: 119333, Москва, ул. Губкина, д. 8, e-mail: sergey.rudnev@gmail.com,
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5437-8429>, SPIN-код: 8611-4331