

ПЕРЦЕНТИЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА МОСКОВСКИХ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ НА ФОНЕ ДАННЫХ ВОЗ. ЧАСТЬ II

Настоящее исследование представляет собой второй этап работы, посвященной разработке перцентильных стандартов индекса массы тела (ИМТ) московских детей и подростков, сравнению полученных данных с нормативами ВОЗ, а также оценке частоты встречаемости индивидов с пороговыми значениями показателя и их распределения в обследованной группе.

Материалы и методы. *В анализ вошло 925 московских мальчиков 7–17 лет, обследованных по стандартной антропометрической методике. В соответствии с целями исследования, аналогично предыдущему этапу, в анализе были использованы дескриптивные характеристики ИМТ, преобразованные с использованием метода LMS-трансформации вариационного ряда на основе таблиц ВОЗ и представленные в виде z-значений показателя. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием стандартных пакетов статистических программ Statistica 10.0 и Minitab 17.3.*

Результаты. *Показан сдвиг ИМТ в обследуемой группе: медианные значения z-оценок достигают значимо более высоких значений по сравнению с референтными в возрасте 10 и 12 лет, а также в 8 и 9 лет. Анализ перцентильных стандартов ИМТ позволил зафиксировать положительный сдвиг нижних границ вариации признака на фоне контрольной группы, для низких и средних значений показателя эти различия сглаживаются к 16 годам (исключение – варианты с повышенным ИМТ). По величине показателя, соответствующей ожирению, на первый план московские мальчики выходят только после достижения 13-летнего возраста. Сами различия на этой границе распределения носят более выраженный характер. Встречаемость индивидов с дефицитом массы тела и ожирением с возрастом незначительно повышается, с избыточной и недостаточной массой тела – остаётся неизменным.*

Заключение. *Таким образом, диапазон изменчивости ИМТ в группе московских мальчиков постепенно смещается в сторону более высоких значений показателя, что подтверждает оценка как его абсолютных величин, соответствующих используемым в классификации ВОЗ перцентильям, так и z-оценкам показателя. Полученные в данном исследовании перцентильные стандарты ИМТ и их графическое отображение свидетельствуют о сдвиге верхней части распределения, характеризующей варианты с ожирением, противоположно тому, как это было зафиксировано для девочек. Совокупность перечисленных фактов позволяет сделать вывод о большей выраженности изменений, происходящих в физическом развитии московских школьников, в группе мальчиков.*

Ключевые слова: московские школьники; ИМТ; нормативы ВОЗ; z-оценки; ожирение

Настоящая работа посвящена описанию результатов второго этапа исследования по оценке жировоголожения московских детей и подростков с использованием индекса массы тела [Quetelet, 1871], а также перцентильных стандартов данного показателя, ранжированных по возрасту и полу.

Как было описано ранее, результаты многочисленных обследований [Мартинчик с соавт., 2014; Ходжиева с соавт., 2016; Жданова, 2017; Пермякова, 2018; Стародубов, Мельников, Руднев, 2017; Onis de et al., 2012; Mansourian et al.,

2012; Norris et al. 2012; Lobstein et al., 2015; Wilde de, Dekker, Middelkoop, 2018; Tu et al., 2019; Li et al., 2020] подтверждают правомочность использования стандартов, разработанных ВОЗ, в качестве нормативов для оценки физического развития детей и подростков. Однако вопрос о разработке региональных стандартов, позволяющих давать более точную оценку статуса питания детей и подростков, и сейчас является актуальным.

Цель настоящего исследования заключалась в разработке перцентильных стандартов ИМТ мос-

ковских школьников, сравнении полученных результатов с нормативами ВОЗ, а также оценке распределения индивидов с пограничными значениями показателя в обследованной группе.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили результаты комплексного антропологического обследования школьников г. Москвы, проводившегося сотрудниками лаборатории аукуологии НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова в 2008–2009 гг., а также в 2016 году. Эти группы, ввиду небольших численностей и отсутствия достоверных различий между ними по величине массы тела и ИМТ (U-критерий Манна-Уитни), а также по величине длины тела (t-критерий) были объединены.

Материал был собран методом «поперечного сечения» с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия на каждого испытуемого (для детей до 14 лет протоколы были подписаны родителями, подростки от 14 лет и старше принимали решение самостоятельно).

Всего в анализ вошли 925 мальчиков преимущественно русской национальности в возрасте от 7 до 17 лет (к 7-летним детям относились индивиды в возрасте от 6 лет 6 месяцев до 7 лет 5 месяцев 29 дней и т.д.).

Антропометрическое обследование проводилось по стандартной методике [Бунак, 1941], в соответствии с задачами настоящего исследования автором были использованы длина и масса тела, рассчитан индекс массы тела (ИМТ) [Quetelet, 1871].

Для адекватной оценки ИМТ и построения кривых динамики развития был использован метод экспоненциального преобразования Бокса-Кокса [Cole, Green, 1992], заложенный в основу метода LMS-трансформации вариационного ряда на основе таблиц ВОЗ [Available at: http://www.who.int/growthref/cht_bmifa_girls_perc_5_19years.pdf (Accessed: 12.04.2018)]. Полученные результаты представлены в виде z-значений показателя, соответствующего количеству стандартных отклонений от среднего для референтной группы.

Z-значения показателя, соответствующие количеству стандартных отклонений от среднего для референтной группы, были рассчитаны по следующей формуле:

$$Z = (X - \mu) / \sigma, \text{ где}$$

X – средняя величина показателя в группе,

μ – средняя величина показателя в эталонной популяции,

σ – стандартное отклонение в эталонной популяции.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием стандартных пакетов статистических программ Statistica 10.0 и Minitab 17.3.

Результаты

В таблице 1 приведены перцентильные стандарты ИМТ московских мальчиков, а также референтные данные ВОЗ. За основу классификации, аналогично предыдущей работе, была принята следующая схема: избыточным весом характеризуются дети, значения ИМТ которых лежат между 85-м и 97-м перцентилем, ожирением – дети, ИМТ которых превышает таковое для 97-го перцентиля; границы значений признака для отставания по массе тела и ее дефицита составляют 3–15-й и ниже 3-го перцентиля соответственно [WHO, Available at: <https://www.who.int/childgrowth/standards/en/> (Accessed: 14.02.2017)].

С учетом необходимости преобразований значений показателя в описываемой группе с помощью метода LMS-трансформации вариационного ряда на основе референтных таблиц ВОЗ, более логичной является работа с z-значениями ИМТ, представленными в таблице 2.

Средние величины z-оценок ИМТ московских мальчиков представляют собой положительные величины для 3-го и 15-го перцентиля на протяжении всего рассмотренного возрастного интервала, что свидетельствует о положительном сдвиге границ значений показателя, являющихся индикаторами дефицита или отставания массы тела в рассмотренной группе. Медианные значения ИМТ достигают значимо более низких значений по сравнению с референтными только в 7 и 17 лет. В области повышенных значений ИМТ ситуация меняется на противоположную: его z-оценки у обследованной группы превышают таковые для норм в 7, 9 и 16 лет для избыточной массы тела, и в 7-9, 13, 14 и 16 лет для тех его величин, которые соответствуют ожирению. На остальных интервалах средние величины z-оценок показателя в московской группе незначительно отстают от стандартных.

Доверительный интервал (95%) медианных значений z-оценок ИМТ в группах обследованных относительно данных ВОЗ представлен на рисунке 1 (средние величины z-оценок стандартизованных данных ВОЗ приняты за 0, стандартное отклонение – $0,0 \pm 1,0$).

Максимальные различия с данными ВОЗ у обследованных московских мальчиков наблюдаются в возрасте 10 ($z = +0,79$) и 12 лет ($z = +0,57$). Значимые положительные различия наблюдаются также в 8 ($z = +0,48$) и 9 ($z = +0,54$) лет. Минимальные на фоне референтных значения показателя

Таблица 1. Средние значения ИМТ, определяющие границы соответствующих перцентилей, в группах московских мальчиков и по нормативам ВОЗ**Table 1. Mean BMI values for percentile standards in Moscow boys and according to WHO guidelines**

Возраст	N	Москва					Нормативные значения ВОЗ				
		Перцентили ИМТ, кг/м ²									
		3	15	50	85	97	3	15	50	85	97
7 лет	36	13,8	14,2	15,5	19,0	19,7	13,4	14,3	15,7	18,1	22,4
8 лет	89	14,2	15,0	16,5	19,4	23,2	13,7	14,7	16,2	18,9	24,0
9 лет	84	14,3	15,0	17,0	19,9	25,5	13,4	14,4	16,0	19,0	24,7
10 лет	84	14,4	15,4	18,0	21,5	25,8	13,8	14,9	16,5	19,6	25,7
11 лет	78	14,5	15,2	17,0	19,9	22,8	14,1	15,3	17,1	20,4	27,0
12 лет	64	15,8	16,4	18,8	24,7	28,0	14,3	15,6	17,6	20,9	27,2
13 лет	105	15,7	16,9	19,4	23,4	26,7	15,3	16,8	19,1	22,9	29,3
14 лет	122	15,8	17,4	20,0	24,1	28,7	15,7	17,3	19,7	23,1	27,7
15 лет	90	15,9	17,6	20,6	23,8	28,2	16,7	18,1	19,9	22,1	25,5
16 лет	106	17,0	18,2	20,5	23,6	29,6	16,7	18,4	20,6	23,3	25,9
17 лет	67	18,0	18,7	20,5	23,6	28,5	16,9	18,7	21,0	23,4	25,7

Таблица 2. Статистические параметры z-оценок ИМТ в группе московских школьников**Table 2. Summary statistics for BMI z-scores in Moscow boys**

Возраст	3-й перцентиль	15-й перцентиль	50-й перцентиль		85-й перцентиль	97-й перцентиль
			M	SD		
7	0,18	0,06	-0,16	1,11	0,12	0,23
8	0,37	0,08	0,48	1,05	-0,12	0,04
9	0,07	0,02	0,54	1,08	0,08	0,11
10	0,05	0,01	0,79	1,24	-0,22	-0,19
11	0,11	0,03	0,03	1,12	-0,13	-0,08
12	0,11	0,03	0,57	1,14	-0,06	-0,01
13	0,33	0,08	0,49	1,24	-0,00	0,16
14	0,05	0,01	0,40	0,97	-0,00	0,02
15	0,04	0,01	0,32	1,00	-0,16	-0,13
16	0,05	0,01	0,00	0,91	0,06	0,08
17	0,12	0,03	-0,25	0,88	-0,14	-0,07

зафиксированы на границах возрастного интервала – в 7 лет и 11 лет.

Перцентильные стандарты ИМТ московских мальчиков на фоне референтных данных ВОЗ представлены на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, нижние границы вариации признака у московской выборки незначительно выше контрольной. Для низких и средних значений показателя эти различия сглаживаются к 16 годам. Что касается когорт, которые определяют варианты с повышенным ИМТ, то по величине показателя, соответствующей 85-му перцентилю, различия не нивелируются. Противоположная картина наблюдается для величины показателя, соответствующей ожирению (97-й перцентиль): на первый план московские мальчики выходят только после достижения 13-летнего возраста. Сама величина различий на этой границе распределения носит более выраженный характер.

В таблице 3 приведена характеристика рассмотренных групп в отношении дефицита или избытка массы тела.

Количество школьников с дефицитом массы тела в представленной выборке увеличивается к наступлению периода второго детства: максимальное число индивидов в группе зафиксировано в 9 и 10 лет, затем их количество уменьшается, но не достигает тех значений, которые были отмечены в младших школьных возрастах (кроме 15-летних юношей). Частота встречаемости мальчиков с отставанием по массе тела на протяжении всего возрастного интервала колеблется в пределах 11–13% (исключение – резкий ее скачок в 8 лет с последующим падением в 9 лет). В области повышенных значений ИМТ картина несколько иная: число индивидов с избытком массы тела с возрастом варьирует, причем, резкое увеличение их количества зафиксировано в группах



Рисунок 1. Доверительные интервалы медианных значений ИМТ в группах обследованных московских мальчиков на фоне референтных данных ВОЗ в зависимости от возраста
Figure 1. Confidence intervals of age-related median BMI z-scores in Moscow boys compared with WHO reference data

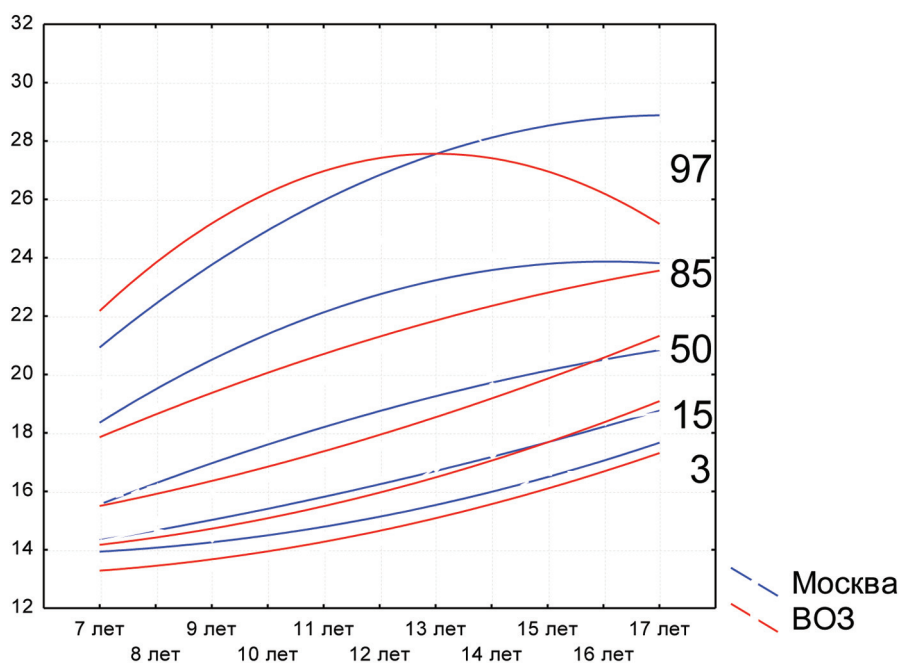


Рисунок 2. Перцентильные стандарты ИМТ московских мальчиков на фоне нормативов ВОЗ
Figure 2. BMI centile standards of Moscow boys compared with WHO reference data

8- и 11-летних мальчиков, понижение – в группах 13-летних с последующим плавным повышением вплоть до 17 лет. Школьники, имеющие значения ИМТ, определяющие развитие ожирения, чаще встречаются на промежутке 8–11, а также в 13 лет.

Анализ объединенных интервалов (7–11 и 12–17 лет) позволяет заключить, что в старших возрастах количество индивидов с ожирением и дефицитом массы тела (т.е. крайними вариантами выраженности признака) незначительно повышается.

Таблица 3. Частота встречаемости (%) московских школьников с пограничными значениями ИМТ
Table 3. Frequency (%) of Moscow boys in the BMI categories

Возраст	N	Дефицит массы	Отставание по массе	Избыток массы	Ожирение	
		< 3	3–15	85–97	> 97	
7 лет	36	0,5	11,1	11,1	0,5	
8 лет	89	2,2	15,7	14,6	3,3	
9 лет	84	3,5	9,5	11,9	3,5	
10 лет	84	3,5	10,7	11,2	3,5	
11 лет	78	2,5	11,5	15,4	3,8	
12 лет	64	3,1	10,9	14,0	1,5	
13 лет	105	2,8	10,5	10,5	3,8	
14 лет	122	3,3	12,3	13,9	2,4	
15 лет	90	1,1	13,3	13,3	2,2	
16 лет	106	3,8	10,4	12,2	2,8	
17 лет	67	2,9	13,4	13,4	2,9	
Итого	7-11 лет	372	2,5	11,7	12,8	2,9
	12-17 лет	553	2,9	11,8	12,8	3,1

Обсуждение

Полученные результаты, аналогично тому, как это было зафиксировано для девочек, свидетельствуют о наличии разнонаправленного сдвига медианных значений ИМТ в московской выборке, что подтверждают также данные других авторов [Мартинчик с соавт., 2014; Ходжиева с соавт., 2016; Есауленко с соавт., 2017; Жданова, 2017; Стародубов, Мельников, Руднев, 2017; Цукарева, Авчинников, Малинина, 2019].

Специфика зафиксированных отличий ИМТ в рассматриваемой группе от его эталонных значений у мальчиков и юношей г. Москвы, может быть связана с тем, что данный показатель в различных возрастах маркирует различные компоненты сомы [Бескина, Дерябин, Негашева, 2006], что, в свою очередь, связано с тем, что динамика чувствительности к факторам среды не совпадает для длины и массы тела. Так, детерминация изменчивости длины тела в большей степени связана со средовыми факторами в 7–9 лет, а массы тела – в 4–6 и 10–12 лет [Хамаганова, 1979]. Возможно, именно поэтому в 10 и 12 лет московские школьники имеют значительно более высокие на фоне референтных медианные значения показателя.

Однако в области пониженных и повышенных значений показателя границы его вариации смещены в сторону больших величин за исключением 97-го перцентиля – в этой области московские школьники имеют более высокий ИМТ с 13 лет. Следует отметить, что выраженность отклонений значительно выше в случае значений показателя, соответствующих избыточной массе тела и ожирению.

Сравнение данных результатов с полученными для девочек [Пермякова, 2018] позволяет сделать вывод о более выраженном характере изменений в случае московских мальчиков и юношей. Однако школьники г. Москвы характеризуются в области повышенных значений показателя смещением границ его вариации в сторону более высоких величин в младших школьных возрастах, а начиная с 14,5 лет – напротив, в сторону более низких. В группах мальчиков эта тенденция начинает сглаживаться, а для 97-го перцентиля приобретает противоположный характер – до 13 лет московские школьники имеют меньшие значения ИМТ по сравнению с нормативными. Более акцентированный тренд ожирения в группе мальчиков младшего возраста соотносится с понижением значений ИМТ у юношей: подобный результат может быть связан с изменением образа жизни в старших возрастах (более осознанное отношение к собственному телу, влияние стереотипов). Однако отсутствие аналогичных изменений, а точнее – абсолютно противоположные им процессы, зафиксированные в группах девушек, позволяют предположить наличие влияния на сдвиг величин показателя сложно взаимодействующих факторов, что, несомненно, требует дальнейших исследований.

В группе московских школьников частота встречаемости индивидов с избыточной массой тела и ожирением достигает 12,8% и 2,9–3,1% для каждой когорты соответственно (с учетом возраста); для обследованной ранее группы девочек [Пермякова, 2018], эти величины же составляют 13,9 и 2,4%. Полученные результаты свидетельствуют о выраженном сдвиге показателя в область более

высоких значений в группе мальчиков (подтвержденном также сдвигом перцентильных кривых), что непосредственно сказывается и на увеличении встречаемости индивидов с ожирением. Сравнение с московскими детьми 3–15 лет [Порядина, 2012], в группе которых частота ожирения составляет 7,8%, избыточной массы тела – 7,2%, подтверждает описанные выше результаты, а также свидетельствует о наличии изменений физического статуса, позволяющих говорить об «эпидемии ожирения» в том числе и в нашей стране. Последний факт подтверждают также результаты более ранних исследований, согласно которым еще в начале текущего столетия в России были зафиксированы астенизация и лептосомизация телосложения, которые привели к уменьшению числа индивидов с избыточным весом и ожирением [Wang, Monteiro, Popkin, 2002; Lobstein, Baur, Uauy, 2004; Popkin et al., 2006].

В то же время, воронежские дети и подростки 8–18 лет характеризуются большей частотой встречаемости индивидов с величинами ИМТ в области его повышенных значений: среди 8–10-летних детей 26,1% мальчиков и 19,8% девочек характеризовались избыточной массой тела, 21,6% и 9,3% ожирением; в группе 11–14 летних детей общая частота встречаемости этих же величин независимо от пола составила 15,3 и 9,2%, в группе 14–18-летних подростков – 12,3 и 4,4% соответственно [Есауленко с соавт., 2017]. Можно заключить, что значительная по сравнению с зафиксированной в московской группе частота встречаемости индивидов с избыточной массой тела и ожирением в младших школьных возрастах свидетельствует о разных темпах изменений физического статуса детей и подростков в различных регионах страны (для аналогичной же возрастной группы). Этот результат, а также одновременное уменьшение числа индивидов с дефицитом массы тела, в свою очередь, может отражать усиление дифференциации социально-экономических и экологических условий, влияющих на формирование организма. Отсутствие аналогичных различий в более старших возрастах также подтверждает эту тенденцию. В любом случае, оценка полученных результатов требует многофакторного анализа большего количества обследованных групп. Недостаток информации по российским детям и подросткам в массиве данных ВОЗ определяет необходимость разработки национальных стандартов развития школьников нашей страны, наиболее адекватно отражающих реальную картину изменений их физического развития [Войнов, Кульба, 2016].

Заключение

Таким образом, диапазон изменчивости ИМТ в московской группе мальчиков постепенно смещается в сторону более высоких значений показателя, что подтверждает оценка как его абсолютных величин, соответствующих используемым в классификации ВОЗ перцентильям, так и z-оценкам показателя. Полученные в данном исследовании перцентильные стандарты ИМТ и их графическое отображение свидетельствуют о сдвиге верхней части распределения, характеризующей варианты с ожирением, противоположно тому, как это было зафиксировано для девочек. Совокупность перечисленных фактов позволяет сделать вывод о большей выраженности у мальчиков происходящих в физическом развитии московских школьников изменений. Отставание от референтных значений величины ИМТ, зафиксированное для 7–13-летних индивидов с ожирением, несомненно, требует дальнейших исследований. В данном случае специфика построения z-оценок накладывает еще большие ограничения, что подтверждает сделанный в предыдущей работе вывод о необходимости разработки региональных стандартов физического развития.

Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР № АААА-А19-119013090163-2.

Библиография

- Бескина М.В., Дерябин В.Е., Негашева М.А. О соматическом смысле индекса массы тела // Вестник антропологии, 2006. Т. 13. С. 113-120.
- Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941. 368 с.
- 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.
- Есауленко И.Э., Насташева Т.Л., Жданова О.А., Минакова О.В. Характеристика физического развития и режима питания школьников г. Воронежа // Вопросы питания, 2017. Т. 86. № 4. С. 85-92.
- Жданова О.А. Сравнительная характеристика показателей физического развития детей Воронежской области в 1997–1999 и 2011–2014 гг. // Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2017. Т. 62. № 1. С. 87-93.
- Мартинчик А.Н., Батулин А.К., Кэшабянц Э.Э., Пескова Е.В. Ретроспективная оценка антропометрических показателей детей России в 1994–2012 гг. по новым стандартам ВОЗ // Педиатрия. Журнал им Г.Н. Сперанского, 2015. Т. 94. № 1. С. 156-160.
- Пермякова Е.Ю. Перцентильные стандарты индекса массы тела московских детей и подростков на фоне данных ВОЗ. Часть I //

Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018. № 1. С. 65-72. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.1.065-072.

Порядина Г.И. Ожирение у детей: клиничко-биохимическое обоснование комплекса реабилитационных мероприятий: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук, 2012, 24 с.

Стародубов В., Мельников А., Руднев С. О половом диморфизме роста-весовых показателей и состава тела российских детей и подростков в возрасте 5-18 лет: результаты массового популяционного скрининга // Вестник Российской академии медицинских наук, 2017. Т. 72. № 2. С. 134-142.

Хамаганова Т.Г. Влияние факторов внешней среды и наследственности на морфофункциональное развитие детей и подростков на разных этапах онтогенеза: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук, 1979, 22 с.

Ходжиева М.В., Скворцова В.А., Боровик Т.Э., Намазова-Баранова Л.С., Маргиева Т.В., Бушуева Т.В., Мельничук О.С., Некрасова С.В. Оценка физического развития детей младшего школьного возраста (7–10 лет): результаты когортного исследования // Педиатрическая фармакология, 2016. Т. 13. № 4. С. 362-366.

Цукарева Е.А., Авчинников А.В., Алимova И.Л. Оценка физического развития и режима питания детей младшего школьного возраста, проживающих в Смоленске // Вопросы питания, 2019. Т. 88. № 4. С. 3–39.

Сведения об авторах

Пермякова Екатерина Юрьевна, к.б.н.;
ORCID: 0000-0002-6490-4004; katerinapermyakova@gmail.com.

Поступила в редакцию 21.01.2020,
принята к публикации 31.01.2020.

Permiakova E.Yu.

*Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology,
Mochovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

BODY MASS INDEX PERCENTILE STANDARDS OF MOSCOW CHILDREN AND ADOLESCENTS BASED ON WHO DATA. PART II

This study is the second stage of the work devoted to the development of percentile body mass index (BMI) standards for Moscow children and adolescents, comparing the data obtained with the WHO standards, as well as assessing the frequency of individuals with borderline values and their distribution in the examined group.

Materials and methods. *The analysis included 925 Moscow boys 7–17 years old, examined by standard anthropometric methods. In accordance with the objectives of the study, similar to the previous stage, the analysis used the descriptive characteristics of BMI, converted using the LMS transformation method of the variational series on the basis of the WHO tables and presented in the form of z-values of the indicator. Statistical processing of the results was carried out using the standard statistical software packages Statistica 10.0 and Minitab 17.3.*

Results. *A shift in the median BMI values is shown: median z-score values reach significantly higher values compared to the reference values at the age of 10 and 12 years, as well as at 8 and 9 years. Analysis of percentile BMI standards allowed us to record a positive shift in the lower boundaries of the variation of the trait against the background of the control group; for low and medium values of the indicator, these differences are smoothed out by 16 years (with the exception of variants with increased BMI). By the magnitude of the indicator corresponding to obesity, Moscow boys come to the fore only after reaching the age of 13. The differences themselves at this distribution boundary are more pronounced. The incidence of individuals with a severe thinness and obesity slightly increases with age, with overweight and thinness – it remains unchanged.*

Conclusion. *Thus, the range of BMI variability in Moscow boys is gradually shifting toward higher values of the indicator, which confirms the assessment of both its absolute values corresponding to the percentiles used in the WHO classification and z-scores. The percentiles obtained in this study and their graphical display indicate a shift in the upper bound of the distribution characterizing obesity variants, the opposite of how it was recorded for girls. The totality of these facts allows us to conclude that the boys are more pronounced changes occurring in the physical development of Moscow schoolchildren.*

Keywords: Moscow boys; WHO data; z-scores; obesity

References

- Beskina M.V., Deryabin V.E., Negasheva M.A. O somaticheskom smysle indeksa massy tela [On the somatic sense of body mass index]. *Vestnik antropologii* [Herald of anthropology], 2006, 13, pp. 113-120. (In Russ.).
- Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).
- Vojnov V.B., Kul'ba S.N. Zakonomernosti rosta i fizicheskogo razvitiya mal'chikov i devochek shkol'nogo vozrasta Rostovskoj oblasti. Obshchie i chastnye fenomeny [Laws of growth and physical development of school boys and girls of the Rostov city region. General and particular examples]. *Novye issledovaniya* [New research], 2016, 1, pp. 5-22. (In Russ.).
- Esaulenko I.E., Nastausheva T.L., Zhdanova O.A., Minakova O.V. Charakteristika fizicheskogo razvitiya i rezhima pitaniya shkol'nikov g. Voronezha [Description of the physical development and diet of schoolchildren in Voronezh]. *Voprosy pitaniya* [Problems of nutrition], 2017, 86 (4), pp. 85-92. (In Russ.).
- Zhdanova O.A. Sravnitel'naya karakteristika pokazatelej fizicheskogo razvitiya detej Voronezhskoj oblasti v 1997–1999 i 2011–2014 gg. [Comparative characteristics of physical developmental indices in children from the Voronezh Region in 1997–1999 and 2011–2014]. *Rossijskij Vestnik perinatologii i pediatrii* [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics], 2017, 62 (1), pp. 87-93. (In Russ.).
- Martinchik A.N., Baturin A.K., Kehshabyanc Eh.Eh., Peskova E.V. Retrospektivnaya ocenka antropometricheskikh pokazatelej detej Rossii v 1994–2012 gg. po novym standartam VOZ [Retrospective assessment of anthropometric measurements of children in Russia 1994–2012 according to the new WHO standards]. *Pediatriya. Zhurnal im G. N. Speranskogo* [Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky], 2015, 94 (1), pp. 156-160. (In Russ.).
- Permyakova E.Yu. Percentil'nye standarty indeksa massy tela moskovskikh detej i podrostkov na fone dannyh VOZ. Chast' I [Body mass index percentile standards of Moscow children and adolescents based on WHO data. Part I]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Series XXIII. Anthropologiya], 2018, 1, pp. 65-72. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.1.065-072. (In Russ.).
- Poryadina G.I. *Ozhirenie u detej: kliniko-biohimicheskoe obosnovanie kompleksa reabilitacionnyh meropriyatij* [Obesity in children: a clinical and biochemical justification for a complex of rehabilitation measures]. PhD in Medicine. Thesis. Moscow, 2012. 24 p. (In Russ.).
- Starodubov V., Mel'nikov A., Rudnev S. O polovom dimorfizme rostovosovyh pokazatelej i sostava tela rossijskikh detej i podrostkov v vozraste 5–18 let: rezul'taty massovogo populyacionnogo skrininga [Sexual dimorphism of height-weight indices and body composition in Russian children and adolescents aged 5–18 years: the results of mass population screening]. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk* [Annals of the Russian academy of medical sciences], 2017, 72 (2), pp. 134-142. (In Russ.).
- Hamaganova T.G. *Vliyanie faktorov vneshnej sredy i nasledstvennosti na morfofunkcional'noe razvitie detej i podrostkov na raznyh etapah ontogeneza* [The influence of environmental factors and heredity on the morphofunctional development of children and adolescents at different stages of ontogenesis] PhD in Medicine. Thesis. Moscow, 1979. 22 p. (In Russ.).
- Hodzhieva M.V., Skvorcova V.A., Borovik T.Eh., Namazova-Baranova L.S., Margieva T.V., Bushueva T.V., Mel'nichuk O.S., Nekrasova S.V. Ocenka fizicheskogo razvitiya detej mladshego shkol'nogo vozrasta (7–10 let): rezul'taty kogortnogo issledovaniya [Evaluating the Physical Development of Early Age Schoolchildren (7–10 Years): Cohort Study Results]. *Pediatricheskaya farmakologiya* [Pediatric pharmacology], 2016, 13 (4), pp. 362-366. (In Russ.).
- Cukareva E.A., Avchinnikov A.V., Alimova I.L. Ocenka fizicheskogo razvitiya i rezhima pitaniya detej mladshego shkol'nogo vozrasta, prozhivayushchih v Smolenske [Assessment of the physical development and diet of primary school children living in Smolensk]. *Voprosy pitaniya* [Problems of nutrition], 2019, 88 (4), pp. 34-39. (In Russ.).
- Cole T.J., Green P.J. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in medicine*, 1992, 11, pp. 1305-1319.
- Li H.B., Cheng H., Hou D.Q., Gao A.Y., Zhu Z.X., Yu Z.C., Wang H.J., Zhao X.Y., Xiao P., Huang G.M., Mi J. Value of body fat mass measured by bioelectrical impedance analysis in predicting abnormal blood pressure and abnormal glucose metabolism in children. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi*, 2020, 22 (1), pp. 17-23.
- Lobstein T., Baur L., Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*, 2004, 5, pp. 4-85.
- Mansourian M., Marateb H.R., Kelishadi R., Motlagh M.E., Aminae T., Taslimi M., Majdzadeh R., Heshmat R., Ardalan G., Poursafa P. First growth curves based on the World Health Organization reference in a Nationally-Representative Sample of Pediatric Population in the Middle East and North Africa (MENA): the CASPIAN-III study. *BMC Pediatr.*, 2012, 12, p. 149. DOI: 10.1186/1471-2431-12-149.
- Norris S.A., Griffiths P., Pettifor J.M., Dunger D.B., Cameron N. Implications of adopting the WHO 2006 Child Growth Standards: case study from urban South Africa, the Birth to Twenty cohort. *Ann. Hum. Biol.*, 2009, 36 (1), pp. 21-27.
- Onis de M., Onyango A., Borghi E., Siyam A., Blussner M., Lutter C., WHO Multicentre Growth Reference Study Group. Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards. *Public Health Nutr.*, 2012, 15 (9), pp. 1603-1610.
- Popkin B.M., Conde W., Hou N., Monteiro C. Is there a lag globally in overweight trends for children compared with adults? *Obesity*, 2006, 14, pp. 1486-1485.
- Quetelet A. *Anthropometrie*. Bruxelles, 1871. 251 p.
- Tu C., Jiang C., Zhang S., Zhang Y.F., Cai R., Wu D., Wang H., Han X., Xu B. Development of Body Mass Index Growth Standard Chart for Chinese Preschool Children. *Iran J. Public Health*, 2019, 48 (9), pp. 1617-1626.
- Wang Y., Monteiro C., Popkin B.M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, 75 (6), pp. 971-977.
- WHO base, Available at: <https://www.who.int/childgrowth/standards/en/> (Accessed: 14.02.2019).
- Wilde de J.A., Dekker M., Middelkoop B.J.C. BMI-for-age in South Asian children of 0–20 years in the Netherlands: secular changes and misclassification by WHO growth references. *Ann. Hum. Biol.*, 2018, 45 (2), pp. 116-122. DOI: 10.1080/03014460.2018.1445288.

Information about Authors

Permyakova Ekaterina Yurievna, PhD; ORCID: 0000-0002-6490-4004; ekaterinapermyakova@gmail.com.