



Анисимова А.В.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии,
ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия*

О ВЗАИМОСВЯЗИ НЕКОТОРЫХ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ С БИОИМПЕДАНСНОЙ ОЦЕНКОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ МАССЫ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Введение. Изучение жировотложения у детей и подростков является важной проблемой в эру глобальной эпидемии ожирения. Индекс массы тела является самым распространенным, но не единственным индексом жировотложения. Также существуют индексы на основе значений обхвата талии и обхвата бёдер. Целью данной работы является анализ возрастной изменчивости и корреляций различных антропометрических индексов и биоимпедансных оценок процента жировой массы тела у детей и подростков.

Материал и методы. Были проанализированы данные измерений детей и подростков обоего пола 7–17 лет, 1885 мальчиков и 1453 девочки, собранные в ходе поперечных комплексных антропологических обследований школьников Москвы, Архангельска и Архангельской области. Были рассчитаны индекс массы тела (ИМТ), индекс талия-бёдра (ИТБ), индекс талия – длина тела (ИТДТ), индекс бёдра – длина тела (ИБДТ). Процент жировой массы тела (%ЖМТ) был получен методом биоимпедансометрии на анализаторе АВС-01 «Медасс». Для оценки взаимосвязей между индексами и %ЖМТ был использован корреляционный анализ.

Результаты и обсуждение. В работе проведён анализ возрастной изменчивости длины и массы тела, ИМТ, обхвата талии, обхвата бёдер, ИТБ, ИТДТ, ИБДТ и %ЖМТ у детей и подростков обоего пола. Возрастные изменения %ЖМТ имеют выраженные половые различия. У девочек в пубертате происходит накопление жировой массы, в то время как у мальчиков – её снижение. ИТБ, ИМТ, обхват талии, бёдер, ИБДТ увеличиваются в процессе роста, ИТБ и ИТДТ уменьшаются. Для всех показателей, кроме ИТБ, у мальчиков и девочек в младших возрастных группах корреляции с %ЖМТ на высоком уровне и с возрастом снижаются, достигая средних значений, при этом наблюдались слабые корреляции ИТБ с %ЖМТ во всех исследуемых возрастах.

Заключение. На основании проведенного анализа показано, что хорошими предикторами относительной жировой массы тела являются масса тела, обхват талии, обхват бёдер, ИМТ, ИТДТ, ИБДТ, которые значимо высоко коррелируют с %ЖМТ, в то время как ИТБ коррелирует очень слабо.

Ключевые слова: состав тела; обхват талии; индекс массы тела; индекс талия-бёдра; индекс талия-длина тела; жировая масса; дети и подростки; биологическая антропология

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.4.039-046

Введение

На фоне распространения эпидемии ожирения и связанных с ним сердечно-сосудистых патологий [Obesity: preventing and ..., 1997] продолжается поиск простых и объективных показателей, позволяющих оценивать уровень жировотложения.

В настоящее время самым распространенным антропометрическим индексом жировотложения является индекс массы тела (ИМТ). Данный показатель был введен в научный оборот А. Кетле в связи с изучением ростовых процессов [Quetelet, 1869]. А. Кис с соавторами назвали это соотношение индексом массы тела

и признали его лучшим, среди других весо-ростовых соотношений, для оценки массы тела, формы тела и содержания жировой массы у взрослых людей [Keys et al., 1972]. Впоследствии ИМТ был признан надёжным для оценки жировоголожения у детей [Cole et al., 2000; Cole, Lobstein, 2012; De Onis, 2007]. Однако его применение имеет ряд ограничений. В частности, у людей с равным ИМТ может быть разное соотношение жировой и мышечной массы [Freedman, Sherry, 2009].

Помимо ИМТ рассматриваются также другие антропометрические параметры и индексы жировоголожения, которые связаны с рисками различных заболеваний: обхват талии [Janssen et al., 2005]; обхват бёдер [Rönnecke et al., 2019]; индекс талия-бёдра [Taylor et al., 2000]; индекс талия – длина тела [Ashwell, Hsieh, 2005]; индекс бёдра – длина тела [Dobashi et al., 2017].

Прямой характеристикой уровня жировоголожения является процентное содержание жира в массе тела (%ЖМТ). Оценивать %ЖМТ позволяют современные методы оценки состава тела, такие как биоимпедансный анализ.

Цель работы – анализ возрастной изменчивости и корреляций различных антропометрических индексов жировоголожения и биоимпедансных оценок %ЖМТ у детей и подростков.

Материалы и методы

Использовались данные поперечных комплексных антропометрических обследований детей и подростков 7–17 лет, измеренных с 2004 по 2013 год в общеобразовательных школах Москвы, Архангельска и Архангельской области (Холмогоры, Матигоры и Емецк), 1885 (Москва – 1053, Архангельск – 505, АО – 327) мальчиков и 1453 (Москва – 553, Архангельск – 598, АО – 312) девочки [Година с соавт., 2007; Година с соавт., 2011; Година, Хомякова, 2019; Khomyakova et al., 2010].

Измерения проводились сотрудниками лаборатории ауксологии по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ [Бунак, 1941]. Рассматривались данные о длине тела, массе тела, обхвате талии и обхвате бёдер. Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ, body mass index, BMI) как отношение массы тела к квадрату длины тела ($\text{кг}/\text{м}^2$); индекс

талиа-бёдра (ИТБ, waist-to-hip ratio, WHR) как отношение обхвата талии к обхвату бёдер; индекс талия – длина тела (ИТДТ, waist-to-height ratio, WHtR) как отношение обхвата талии к длине тела; индекс бёдра – длина тела (ИБДТ, hip-to-height ratio, HHtR) как отношение обхвата бёдер к длине тела. Биоимпедансное обследование проводилось с использованием анализатора состава тела ABC-01 «Медасс» [Смирнов с соавт., 2009] и расчётом %ЖМТ.

Все материалы были собраны с соблюдением правил биоэтики.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 10.0. Первичный анализ данных был проведен с целью удаления ошибок измерения, записи и ввода данных. Была проведена оценка нормальности и унимодальности распределения изучаемых признаков. Не все признаки распределены нормально, но все – унимодально. Выбросы были оценены визуально на диаграммах рассеяния и путём расчёта Z значений. Для анализа значимости различий использовался критерий Стьюдента (для устранения эффекта множественных сравнений применялся критерий Холма [Holm, 1979]), а для характеристики взаимосвязей между антропометрическими индексами и %ЖМТ – корреляционный анализ Пирсона и шкала Чеддока (Математическая статистика для психологов, Электронный ресурс. URL: <https://statpsy.ru/correlation/velicina/>, дата обращения – 03.08.2023).

Результаты

В таблице 1 приведены статистические параметры рассматриваемых признаков, рассчитанные для исследованной группы.

Мальчики выше и тяжелее девочек во всех возрастах, значимо с 14 лет. ИМТ с возрастом увеличивается с 16 до 21 $\text{кг}/\text{м}^2$, но половых различий нет. Обхваты талии и бёдер с возрастом тоже увеличиваются. Обхват талии у девочек во всех возрастах был значимо (кроме 9 и 13 лет) меньше, чем у мальчиков, а обхват бёдер – значимо выше в возрасте 13–14 лет. Показатели ИТБ и ИТДТ выше у мальчиков, значимо почти во всех возрастах. С возрастом абсолютные значения этих показателей уменьшались. ИБДТ

у девочек с возрастом увеличивался и стал значительно выше в сравнении с мальчиками с 13 лет. %ЖМТ во всех возрастах был значительно выше у девочек. С возрастом абсолютные значения данного показателя увеличивались.

Таким образом, отмечается различная возрастная динамика. В то время как масса тела, ИМТ, обхват талии, бёдер, ИБДТ, %ЖМТ увеличиваются в процессе роста, ИТБ и ИТДТ уменьшаются.

Таблица 1. Общая антропометрическая характеристика исследуемой группы, среднее (стандартное отклонение)

Table 1. General anthropometric characteristics of the study sample, mean (standard deviation)

Возраст, лет	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Мальчики											
Численность	76	125	113	132	142	165	187	219	269	276	181
Длина тела, см	124,5 ±6,4	129,2 ±6,3	134,7 ±5,9	140,2 ±5,8	145,9 ±7,8	151,4 ±7,1	158,0 ±9,1	165,0 ±9,3	171,0 ±8,2	173,9 ±7,2	175,3 6,5
Масса тела, кг	26,0 ±4,8	28,3 ±5,6	31,8 ±6,2	35,3 ±7,0	40,5 ±9,9	43,6 ±8,6	49,5 ±11,1	56,3 ±11,2	61,4 ±12,9	65,2 ±12,2	66,3 ±10,6
ИМТ, кг/м ²	16,7 ±2,1	16,8 ±2,2	17,4 ±2,7	17,9 ±2,7	18,8 ±3,3	18,9 ±2,8	19,6 ±3,0	20,5 ±3,0	20,9 ±3,5	21,5 ±3,2	21,5 ±2,7
Обхват талии, мм	564 ±46	577 ±56	596 ±61	618 ±64	647 ±81	656 ±68	676 ±72	703 ±70	720 ±78	736 ±71	744 ±62
Обхват бёдер, мм	654 ±59	677 ±65	707 ±67	738 ±69	778 ±86	797 ±70	832 ±76	870 ±75	897 ±80	916 ±74	924 ±56
ИТБ	0,86 ±0,03	0,85 ±0,04	0,84 ±0,04	0,84 ±0,04	0,83 ±0,04	0,82 ±0,04	0,81 ±0,04	0,81 ±0,04	0,80 ±0,04	0,80 ±0,04	0,80 ±0,03
ИТДТ	0,45 ±0,03	0,45 ±0,03	0,44 ±0,04	0,44 ±0,04	0,44 ±0,04	0,43 ±0,04	0,43 ±0,04	0,43 ±0,04	0,42 ±0,04	0,42 ±0,04	0,42 ±0,03
ИБДТ	0,52 ±0,03	0,52 ±0,04	0,52 ±0,04	0,53 ±0,04	0,53 ±0,04	0,53 ±0,04	0,53 ±0,03	0,53 ±0,04	0,53 ±0,04	0,53 ±0,04	0,53 ±0,03
%ЖМТ	16,7 ±4,5	17,8 ±5,7	18,9 ±6,4	19,8 ±6,3	21,0 ±7,2	19,5 ±6,9	18,5 ±6,9	17,7 ±7,3	17,7 ±6,4	17,7 ±6,2	18,4 ±5,2
Девочки											
Численность	93	158	139	97	124	142	146	144	146	152	122
Длина тела, см	124,0 ±7,0	127,3 ±5,6	134,2 ±6,3	139,5 ±7,8	146,4 ±7,7	152,5 ±8,5	157,1 ±7,3	161,0 ±6,6	162,0 ±6,2	164,1 ±6,1	162,4 ±6,5
Масса тела, кг	25,3 ±5,9	26,7 ±4,8	31,0 ±6,4	33,8 ±7,9	39,4 ±9,1	43,9 ±10,9	49,1 ±11,3	52,5 ±9,9	54,1 ±8,9	56,2 ±7,4	55,5 ±7,6
ИМТ, кг/м ²	16,3 ±2,6	16,4 ±2,2	17,1 ±2,6	17,2 ±2,9	18,2 ±3,0	18,6 ±3,3	19,8 ±3,6	20,2 ±3,1	20,6 ±3,0	20,9 ±2,6	21,0 ±2,5
Обхват талии, мм	543 ±54	555 ±52	580 ±61	590 ±66	621 ±71	631 ±69	660 ±77	670 ±66	680 ±63	682 ±54	683 ±51
Обхват бёдер, мм	651 ±71	670 ±59	712 ±67	734 ±76	786 ±81	819 ±89	862 ±91	897 ±73	911 ±65	929 ±57	930 ±59
ИТБ	0,84 ±0,04	0,83 ±0,04	0,81 ±0,04	0,81 ±0,05	0,79 ±0,04	0,77 ±0,04	0,77 ±0,05	0,75 ±0,04	0,75 ±0,04	0,73 ±0,04	0,73 ±0,04
ИТДТ	0,44 ±0,04	0,44 ±0,04	0,43 ±0,04	0,42 ±0,04	0,42 ±0,04	0,41 ±0,04	0,42 ±0,04	0,42 ±0,04	0,42 ±0,04	0,42 ±0,03	0,42 ±0,03
ИБДТ	0,53 ±0,04	0,53 ±0,04	0,53 ±0,04	0,52 ±0,04	0,54 ±0,04	0,53 ±0,04	0,55 ±0,04	0,55 ±0,04	0,56 ±0,04	0,57 ±0,04	0,57 ±0,03
%ЖМТ	18,9 ±6,2	20,0 ±5,1	22,1 ±6,0	21,8 ±5,9	22,5 ±6,0	21,8 ±6,6	23,7 ±6,0	25,1 ±5,4	26,7 ±5,5	26,8 ±5,4	27,0 ±4,7

Примечания: полужирным выделены значимые различия между мальчиками и девочками с учётом поправки Холма.

Notes: bold – significant differences between boys and girls with Holm correction.

**Есть продолжение
Continued**

Продолжение таблицы 1
Table 1 Continued

Возраст, лет	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
р-значения											
Длина тела, см	0,655	0,010	0,522	0,379	0,589	0,212	0,362	0,000	0,000	0,000	0,000
Масса тела, кг	0,383	0,009	0,341	0,131	0,337	0,809	0,767	0,001	0,000	0,000	0,000
ИМТ, кг/м ²	0,285	0,099	0,353	0,089	0,117	0,450	0,778	0,280	0,352	0,037	0,105
Обхват талии, мм	0,009	0,001	0,030	0,002	0,007	0,002	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000
Обхват бёдер, мм	0,836	0,385	0,556	0,656	0,479	0,014	0,001	0,001	0,073	0,056	0,329
ИТБ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ИТДТ	0,006	0,026	0,033	0,002	0,001	0,000	0,080	0,021	0,784	0,033	0,378
ИБДТ	0,996	0,493	0,279	0,948	0,524	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
%ЖМТ	0,009	0,001	0,000	0,016	0,055	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

В таблице 2 приведены результаты корреляционного анализа. Проанализирована связь %ЖМТ с изучаемыми признаками для каждого возраста. Для целого ряда показателей, в том числе, массы тела, обхвата талии и бёдер, ИМТ, ИТДТ и ИБДТ у мальчиков и девочек в младших возрастных группах значения коэффициентов корреляции на высоком уровне и с возрастом снижаются, достигая средних значений. У мальчиков максимум максимальные значения коэффициентов корреляции наблюдались в 10–12 лет, а у девочек – в 9–10 лет, что соответствует различиям в скоростях созревания. Для ИТБ во всех возрастах наблюдались низкие значения коэффициентов корреляции или отсутствие значимых корреляций с %ЖМТ.

Обсуждение

Для оценки жировотложения используют абсолютные значения жировой массы и относительные – процент жировой массы от массы тела. В данной работе для оценки жировотложения у детей и подростков мы анализируем процент жировой массы тела. Измерение жировой массы тела эталонными методами (компьютерная томография, гидростатическое взвешивание) – сложный процесс, которому подвергают детей только в случаях крайней необходимости. В связи с этим не был собран обширный материал и не был разработан международно-признанный

стандарт оценки ожирения по значениям %ЖМТ. Однако внедрение биоимпедансометрии, неинвазивного и простого метода, расширяет возможности исследования – появились национальные центильные таблицы, например, в Англии для детей 5-18 лет [McCarthy et al., 2006].

Согласно нашим данным, возрастные изменения %ЖМТ имеют явные половые различия. У девочек в пубертате происходит накопление жировой массы, в то время как у мальчиков – её снижение. Что соответствует литературным данным [Krebs et al., 2007].

ИМТ – самый широко используемый на данный момент индекс. Задуманный для описания ростовых изменений соотношения длины и массы тела, он применяется для оценки нарушений нутритивного статуса и связывается с заболеваниями, сопутствующими ожирению [Reilly et al., 2003]. Также ИМТ коррелирует с жировой массой тела [Mei et al., 2002] и его используют для оценки уровня жировотложения.

Согласно нашим данным, между ИМТ и %ЖМТ были получены высокие значения коэффициентов корреляции, как у мальчиков, так и у девочек. Величина силы связи снижается с возрастом.

Но ИМТ представляет собой сумму двух показателей – индексов жировой и безжировой массы тела. И при равном значении ИМТ соотношение этих компонентов может различаться. Это противоречие побуждает исследователей искать другие индексы жировотложения.

Таблица 2. Коэффициент корреляции Пирсона между процентом жировой массы тела и другими антропометрическими признаками (p-значения)
Table 2. Pearson correlation coefficient between percent of body fat and other anthropometric variables (p-values)

Возраст, лет	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Мальчики											
Длина тела, см	0,12 0,321	0,40 0,000	0,23 0,013	0,22 0,010	0,52 0,000	0,07 0,391	-0,07 0,328	-0,04 0,581	-0,02 0,747	0,19 0,002	0,01 0,882
Масса тела, кг	0,57 0,000	0,69 0,00	0,74 0,00	0,71 0,00	0,82 0,00	0,59 0,000	0,38 0,000	0,47 0,000	0,53 0,00	0,61 0,00	0,51 0,000
ИМТ, кг/м ²	0,72 0,000	0,72 0,00	0,80 0,00	0,79 0,00	0,83 0,00	0,72 0,00	0,60 0,00	0,67 0,00	0,67 0,00	0,63 0,00	0,62 0,00
Обхват талии, мм	0,68 0,000	0,73 0,00	0,78 0,00	0,80 0,00	0,84 0,00	0,73 0,00	0,60 0,00	0,68 0,00	0,68 0,00	0,67 0,00	0,64 0,00
Обхват бёдер, мм	0,62 0,000	0,74 0,00	0,79 0,00	0,76 0,00	0,84 0,00	0,68 0,00	0,48 0,000	0,57 0,00	0,58 0,00	0,62 0,00	0,54 0,000
ИТБ	0,00 0,993	-0,01 0,933	0,08 0,384	0,25 0,004	0,20 0,015	0,35 0,000	0,37 0,000	0,39 0,000	0,43 0,000	0,29 0,000	0,44 0,000
ИТДТ	0,71 0,000	0,65 0,000	0,74 0,00	0,78 0,00	0,76 0,00	0,76 0,00	0,71 0,00	0,73 0,00	0,73 0,00	0,63 0,00	0,68 0,00
ИБДТ	0,71 0,000	0,73 0,00	0,80 0,00	0,80 0,00	0,79 0,00	0,77 0,00	0,72 0,00	0,71 0,00	0,69 0,00	0,61 0,00	0,61 0,00
Девочки											
Длина тела, см	0,35 0,001	0,22 0,006	0,23 0,006	0,35 0,000	0,16 0,080	0,24 0,003	0,37 0,000	0,12 0,147	0,00 0,998	-0,07 0,366	0,08 0,399
Масса тела, кг	0,75 0,000	0,69 0,00	0,72 0,00	0,74 0,000	0,64 0,000	0,64 0,000	0,78 0,00	0,60 0,000	0,62 0,000	0,47 0,000	0,45 0,000
ИМТ, кг/м ²	0,79 0,00	0,75 0,00	0,81 0,00	0,80 0,00	0,77 0,00	0,73 0,00	0,78 0,00	0,65 0,000	0,71 0,00	0,54 0,000	0,47 0,000
Обхват талии, мм	0,77 0,00	0,71 0,00	0,80 0,00	0,71 0,000	0,74 0,00	0,75 0,00	0,78 0,00	0,68 0,00	0,68 0,00	0,57 0,000	0,53 0,000
Обхват бёдер, мм	0,81 0,00	0,77 0,00	0,79 0,00	0,75 0,000	0,67 0,000	0,65 0,000	0,79 0,00	0,64 0,000	0,64 0,000	0,54 0,000	0,53 0,000
ИТБ	-0,20 0,049	-0,03 0,666	0,19 0,029	0,01 0,886	0,31 0,001	0,18 0,034	0,08 0,311	0,24 0,004	0,28 0,001	0,22 0,006	0,11 0,234
ИТДТ	0,66 0,000	0,65 0,00	0,78 0,00	0,60 0,000	0,77 0,00	0,72 0,00	0,68 0,00	0,66 0,00	0,67 0,00	0,57 0,000	0,47 0,000
ИБДТ	0,81 0,00	0,76 0,00	0,82 0,00	0,77 0,00	0,77 0,00	0,71 0,00	0,79 0,00	0,65 0,000	0,68 0,00	0,56 0,000	0,50 0,000

Примечания: полужирным выделены значимые значения коэффициента корреляции ($p < 0,05$).
 Notes. bold – significant at $p < 0,05$.

Один из них, широко распространённый показатель формы тела, используемый для косвенной оценки абдоминального и висцерального жирового отложения у взрослых – ИТБ. У детей он не оказался эффективным в связи с активными ростовыми процессами [Neovius et al., 2005]. Однако по другим данным повышенные значения ИТБ

являются предикторами метаболического синдрома и ожирения печени у детей с ожирением [Widjaja et al., 2023]. На наших материалах видно, что на протяжении всего возрастного отрезка у мальчиков и девочек ИТБ имеет низкий уровень корреляции с %ЖМТ.

Обхват талии как показатель жировоголожения приобрёл значимость после ряда работ, показавших, что избыточное абдоминальное жировоеложение является фактором риска для развития ряда заболеваний [Katzmarzyk et al., 2004]. Значения обхвата талии также коррелируют с общим уровнем жировоголожения и содержанием висцерального жира. В 2020 году Рабочая группа по висцеральному ожирению пришла к консенсусу, что ОТ и ИМТ следует применять совместно для более точной оценки рисков здоровью [Ross et al., 2020]. Для исключения влияния длины тела, был предложен ИТДТ. На наших данных у мальчиков ОТ и ИТДТ высоко коррелированы с %ЖМТ, а у девочек ОТ – высоко, а ИТДТ – средне. Данный результат можно объяснить разнонаправленными возрастными изменениями значений %ЖМТ и ИТДТ у девочек.

Китайские коллеги на большой выборке 6-17 летних детей и подростков из Шанхая также показали очень высокие корреляции %ЖМТ с ИМТ, высокие – с ОТ и ИТДТ, и средние с ИТБ [Ye et al., 2020].

В данной работе были также рассмотрены обхват бёдер и отношение обхвата бёдер к длине тела как индексы жировоголожения. ИБДТ показал самые высокие уровни корреляции с %ЖМТ как у мальчиков, так и у девочек.

Конкурентное преимущество ИМТ среди других индексов жировоголожения – это наличие международных стандартов. Последние годы разрабатывались детские национальные стандарты для значений ОТ [Rönnnecke et al., 2019; Shah et al., 2019]. Недавно группа учёных из 8 стран представила международные стандарты ОТ для детей и подростков [Xi et al., 2020]. Граничное значение ИТДТ предложено на уровне 0,5 для всех полов и возрастов [Browning et al., 2010].

Заключение

Антропометрические индексы являются простыми и надёжными показателями жировоголожения у детей и подростков.

На основании проведенного анализа показано, что значимо коррелируют с относительной жировой массой тела у мальчиков ИТДТ и ИБДТ, обхват талии, ИМТ, обхват бёдер, масса тела (по убыванию величины силы связи), у девочек – ИМТ, ИБДТ, обхват талии, обхват бёдер, ИТДТ, масса тела, значимо высоко коррелируют с %ЖМТ, в то время как ИТБ коррелирует очень слабо. У детей обоего пола сила величины корреляции снижается с возрастом, у мальчиков также наблюдается ослабление корреляций в пубертате.

Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР № АААА-А19-119013090163-2 «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)».

Библиография

Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941. 368 с.

Година Е.З., Задорожная Л.В., Пурунджан А.Л., Третьяк А.В., Хомякова И.А. Некоторые особенности состава тела у детей и методические проблемы его изучения // Вопросы антропологии, 2007. № 93. С. 18–39.

Година Е.З., Хомякова И.А., Задорожная Л.В., Анисимова А.В., Иванова Е.М. с соавт. Аукологические исследования на родине М.В. Ломоносова // Вестник Московского Университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. № 3. С. 68–99.

Година Е.З., Хомякова И.А. Особенности ростовых процессов у современных школьников Москвы // Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Вып. VII: Учебное пособие / под ред. Кучмы В.Р., Скоблиной Н.А., Мулушкиной О.Ю. М.: Издательство Литтерра, 2019. С. 22–35.

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.

Информация об авторе

Анисимова Анна Викторовна, ORCID ID:0000-0003-4584-4867; anna.anisimova.msu@gmail.com

Поступила в редакцию 09.08.2023,
принята к публикации 09.10.2023.

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

ABOUT THE RELATIONSHIP OF SOME ANTHROPOMETRIC INDICES WITH THE BIOIMPEDANCE ASSESSMENT OF RELATIVE FAT MASS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Introduction. *The study of adiposity in children and adolescents is an important issue in the era of the global epidemic of obesity. Body mass index is the most common, but not the only body fat index. There are also indexes based on waist and hip circumferences. The purpose of this work is to analyze the age variability and correlation between various anthropometric indices and bioimpedance estimates of the percentage of body fat in children and adolescents.*

Materials and methods. *We analyzed the data of children and adolescents of both sexes 7-17 years old, 1885 boys and 1453 girls, collected in the course of cross-sectional anthropological surveys of school-children in Moscow, Arkhangelsk and the Arkhangelsk region. Body mass index (BMI), waist-to-hip ratio (WHR), waist-to-height ratio (WHtR), hip-to-height ratio (HHtR) were calculated. The percentage of fat mass (% FM) was obtained by bioimpedance with the ABC-01 "Medas" device. Correlation analysis was used to assess the relationship between indices and %FM.*

Results and discussion. *The paper analyzes the age-related variability of height and weight, BMI, waist circumference, hip circumference, WHR, WHtR, HHtR and % FM in children and adolescents of both sexes. Age-related changes in % FM have clear sex differences. In girls, during puberty, there is an accumulation of fat mass, while in boys – its decrease. Body weight, BMI, waist circumference, hip circumference, HHtR increase in the process of growth, WHR and WHtR decrease. For all indicators, except for WHR, in boys and girls in younger age groups, correlations with % FM are high and decrease with age, reaching average values. While the correlations of WHR with %FM are weak in all studied age groups.*

Conclusion. *Based on the analysis performed, it is shown that body mass, waist circumference, hip circumference, BMI, WHtR, HHtR are good predictors of relative body fat mass, they significantly correlate with % FM, while WHR correlates very weakly.*

Keywords: body composition; waist circumference; body mass index; waist-to-hip ratio; waist-to-height ratio; fat mass; children and adolescents; biological anthropology

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.4.039-046

References

Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).

Godina E.Z., Zadorozhnaya L.V., Purundzhan A.L., Tretyak A.V., Khomyakova I.A. Nekotorye osobennosti sostava tela u detej i metodicheskie problemy ego izucheniya [Some characteristics of body composition in children and methodological problems of its study] *Voprosy antropologii* [Problems of Anthropology], 2007, 93, pp. 18–39. (In Russ.).

Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V., Anisimova A.V., Ivanova E.M. et al. Auksologicheskie issledovaniya na rodine M.V. Lomonosova [Auxological investigations at Mikhail Lomonosov's motherland]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2011, 3, pp. 68–99. (In Russ.).

Godina E.Z., Khomyakova I.A. Osobennosti rostovykh processov u sovremennykh shkol'nikov Moskvy [Features of growth processes in modern schoolchildren in Moscow] In *Fizicheskoe razvitiye detej i podrostkov Rossijskoj Federacii. Vyp. VII: Uchebnoe posobie* [Physical development of children and adolescents of the Russian Federation. VII: Schoolbook]. Moscow, Littera Publ., 2019, pp. 22–35.

Smirnov A.V., Kolesnikov V.A., Nikolaev D.V., Eryukova T.A. ABC-01 'Medas': analizator otsenki balansa vodnykh sektorov organizma s programmym obespecheniem (rukovodstvo pol'zovatelya) [ABC-01 'Medas': Analyzer for the Assessment of Body Fluids Balance with Software (User Manual)]. Moscow, NTTs Medas Publ., 2009. 38 p. (In Russ.).

Ashwell M.A., Hsieh S.D. Six reasons why the waist-to-height ratio is rapid and effective global indicator for the health risks of obesity and how its use could simplify

- the international public health message on obesity. *Int. J. Food. Sc.i Nutr.*, 2005, 56, pp. 303–307. DOI: 10.1080/09637480500195066.
- Browning L.M., Hsieh S.D., Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr. Res. Rev.*, 2010, 23 (2), pp. 247–269. DOI: 10.1017/S0954422410000144.
- Cole T.J., Bellizzi M.C., Flegal K.M., Dietz W.H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *B.M.J.*, 2000, 320, pp. 1240–1243. DOI: 10.1136/bmj.320.7244.1240.
- Cole T.J., Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinnes, overweight and obesity. *Pediatric Obesity*, 2012, 7 (4), pp. 284–294. DOI: 10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x.
- De Onis M., Onyango A.W., Borghi E., Siyam A., Nishida C. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 2007, 85, pp. 660–667. DOI: 10.2471/blt.07.043497.
- Dobashi K., Takahashi K., Nagahara K., Tanaka D., Itabashi K. Evaluation of hip/height ratio as an index for adiposity and metabolic complications in obese children: comparison with waist-related indices. *J. Atheroscler. Thromb.*, 2017, 24 (1), pp. 47–54. DOI: 10.5551/jat.35311.
- Freedman D.S., Sherry B. The validity of BMI as an index of body fatness and risk among children. *Pediatrics*, 2009, 124(3), pp. 23–34. DOI: 10.1542/peds.2008-3586E.
- Holm S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, 1979, 6 (2), pp. 65–70.
- Janssen I., Katzmarzyk P.T., Srinivasan S.R., Chen W., Malina R.M. et al. Combined influence of body mass index and waist circumference on coronary artery disease risk factors among children and adolescents. *Pediatrics*, 2005, 115, pp.1623–1630. DOI: 10.1542/peds.2004-2588.
- Katzmarzyk P.T., Srinivasan S.R., Chen W., Malina R.M., Bouchard C. et al. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics*, 2004, 114 (2), pp. 190–205. DOI: 10.1542/peds.114.2.e198.
- Keys A., Fidanza F., Karvonen M.J., Kimuru N., Taylor H.L. Indices of relative weight and obesity. *J. Chron. Dis.*, 1972, 25, pp. 329–343. DOI: 10.1093/ije/dyu058.
- Khomyakova I., Godina E., Tretyak A., Zadorozhnaya L., Dorogova E. Body composition in children and its relationship with sexual maturation level. *Acta Morphologica et Anthropologica*, 2010, 15, pp. 194–198.
- Krebs N. F., Himes J.H., Jacobson D., Nicklas Th.A., Guilday P. et al. Assessment of Child and Adolescent Overweight and Obesity. *Pediatrics*, 2007, 120 (4), pp. 193–228. DOI: 10.1542/peds.2007-2329D.
- McCarthy H.D., Cole T.J., Fry T., Jebb S.A., Prentice A.M. Body fat reference curves for children. *Int. J. Obes.*, 2006, 30, pp. 598–602. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803232.
- Mei Z., Grummer-Strawn L.M., Pietrobelli A., Goulding A., Goran M.I. et al. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, 75, pp. 978–985. DOI: 10.1093/ajcn/75.6.978.
- Neovius M., Linne Y., Rossner S. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *Int. J. Obes.*, 2005, 29, pp. 163–169. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802867.
- Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO Consultation on Obesity*. Geneva, World Health Organization, 1997. 276 p.
- Quetelet A. *Physique sociale: ou, Essay sur le developpement des facultes de l'homme*. Brussels, C. Muquardt, 1869. 503 p.
- Reilly J.J., Methven E., McDowell Z.C., Hacking B., Alexander D. et al. Health consequences of obesity. *Arch. Dis. Child.*, 2003, 88, pp. 748–752. DOI: 10.1136/adc.88.9.748.
- Rönnecke E., Vogel M., Bussler S., Grafe N., Jurkatut A. et al. Age- and Sex-Related Percentiles of Skinfold Thickness, Waist and Hip Circumference, Waist-to-Hip Ratio and Waist-to-Height Ratio: Results from a Population-Based Pediatric Cohort in Germany (LIFE Child). *Obes. Facts.*, 2019, 12 (1), pp. 25–39. DOI: 10.1159/000494767.
- Ross R., Neeland I.J., Yamashita S., Shai I., Seidell J. et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat. Rev. Endocrinol.*, 2020, 16 (3), pp. 177–189. DOI: 10.1038/s41574-019-0310-7.
- Shah M., Radia D., McCarthy H.D. Waist circumference centiles for UK South Asian children. *Arch. Dis. Child.*, 2020, 105 (1), pp. 80–85. DOI: 10.1136/archdischild-2018-315722.
- Taylor R.W., Jones I.E., William S.M., Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, 72, pp. 490–495. DOI: 10.1093/ajcn/72.2.490.
- Widjaja N.A., Arifani R., Irawan R. Value of waist-to-hip ratio as a predictor of metabolic syndrome in adolescents with obesity. *Acta Biomed.*, 2023, 94 (3), e2023076. DOI: 10.23750/abm.v94i3.13755.
- Xi B., Zong X., Kelishadi R., Litwin M., Hong Y.M. et al. International Waist Circumference Percentile Cutoffs for Central Obesity in Children and Adolescents Aged 6 to 18 Years. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2020, 105 (4), pp. 1569–1583. DOI: 10.1210/clinem/dgz195.
- Ye X.F., Dong W., Tan L.L., Zhang Z.R., Qiu Y.L. et al. Identification of the most appropriate existing anthropometric index for home-based obesity screening in children and adolescents. *Public Health*, 2020, 189, pp. 20–25. DOI: 10.1016/j.puhe.2020.09.007.

Information about the Author

Anisimova Anna Viktorovna,
ORCID ID:0000-0003-4584-4867;
anna.anisimova.msu@gmail.com

© 2023. This work is licensed under a CC BY 4.0 license