# Частота абдоминального ожирения и ассоциированных с ним метаболических нарушений у детей 7—13 лет

Е.Г. ВАЙНИЛОВИЧ[1]*, к.м.н. М.Л. ЛУЩИК[2], Ж.Л. СРЕТЕНСКАЯ[1], С.А. ЗАПОЛЬСКИЙ[3], проф. Л.И. ДАНИЛОВА[1]

## The incidence of abdominal obesity and the associated metabolic disturbances in the children aged 7—13 years

E.G. VAINILOVICH, M.L. LUSHCHIK, Zh.L. SRETENSKAYA, S.A. ZAPOL'SKY, L.I. DANILOVA

[1]Кафедра эндокринологии Белорусской медицинской академии последипломного образования; [2]ЦНИЛ БелМАПО; [3]кафедра математической физики Белорусского государственного университета, Минск

**На первом этапе данного исследования оценивалась частота абдоминального ожирения у 878 городских школьников 7—13 лет по процентильным таблицам объема талии (ОТ) для детской популяции Великобритании и индексу ОТ/рост, который выявляет детей с самым высоким риском метаболических нарушений. Частота абдоминального ожирения по критерию ОТ ≥90-го процентиля (ПЦ) для возраста и пола составила 33,1% в общей группе без достоверной разницы между мальчиками и девочками (30,7% против 35,5%). Частота абдоминального ожирения по критерию ОТ/рост с пороговым значением ≥0,5 для обоих полов составила 9,9% в общей группе и была достоверно выше у мальчиков, чем у девочек (13,1% против 6,9%). На втором этапе у 51 ребенка с ОТ ≥90-го ПЦ были достоверно повышенное систолическое и диастолическое артериальное давление, уровень триглицеридов, инсулина, индекс HOMAIR и ниже уровень ЛПВП по сравнению с группой контроля (28 детей) с ОТ <90-го ПЦ. Полученные данные свидетельствуют о высокой частоте абдоминального ожирения у городских детей младшего школьного возраста. У детей с абдоминальным ожирением формируются метаболические нарушения и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний.**

*Ключевые слова: дети, объем талии, абдоминальное ожирение, индекс объема талии к росту.*

**Stage 1 of the present study was designed to estimate the incidence of abdominal obesity among 878 schoolchildren aged between 7 and 13 years using the percentile tables for the waist circumference (WC) in the children's population of the United Kingdom and from the WC/height ratio that makes it possible to identify children at the highest risk of metabolic disturbances. The incidence of abdominal obesity based on the criterion of WC⩾90$^{th}$ percentile (PC) for the age and the sex was estimated to be 33.1% for the entire group in the absence of significant difference between boys and girls (30.7% vs 35,5%). The incidence of abdominal obesity based on the criterion of WC/height ratio with a threshold value of ⩾0.5 was 9.9% for both sexes in the entire group; it was significantly higher in the boys than in the girls (13.1% vs 6.9%). At the second stage of the study, the group of the children having WC⩾90th percentile (*n*=51) showed significantly higher systolic and diastolic arterial pressure, blood triglyceride and insulin levels and HOMAIR index but lower HDL levels than control patients with WC < 90th percentile (*n*=28). The results of the study suggest the high incidence of abdominal obesity among young schoolchildren residing in large cities. Moreover, such children tend to develop metabolic disturbances and are at risk of cardiovascular diseases.**

*Key words: children, waist circumference, abdominal obesity, waist circumference to height ratio.*

Распространенность ожирения, в том числе абдоминального типа среди детей и подростков, постоянно увеличивается [1]. Общепризнанным критерием для диагностики избыточной массы тела и ожирения у детей является индекс массы тела (ИМТ). Однако при использовании показателей роста и массы тела (ИМТ и соотношение маса/рост), может иметь место недооценка ожирения у детей и подростков [2]. ИМТ не позволяет различать массу жировой и нежировой тканей, а также не дает информации о распределении жировой ткани. Значение ИМТ у детей больше ассоциируется с содержанием подкожного жира, а значение объема талии (ОТ) является индикатором абдоминального ожирения [3].

ОТ считается высокочувствительным и специфическим индикатором отложения жировой ткани в верхней половине туловища у детей [4]. МРТ подтверждает, что ОТ у детей является надежным маркером висцеральной жировой ткани [3]. Известно, что у детей и взрослых избыточное отложение жировой ткани в верхней половине туловища и по центральному типу ассоциируется с повышенным риском метаболических нарушений, которые сопровождаются дислипидемией и гиперинсулинемией. ОТ у детей является также независимым прогностическим фактором развития инсулинорезистентности (ИР); уровни липидов и инсулина сыворотки крови коррелируют с показателями ОТ [5, 6].

В настоящее время ОТ является одним из важных антропометрических показателей и критерием диагностики метаболического синдрома у детей и подростков. Абдоминальное ожирение диагностируется при значении ОТ ⩾90-го процентиля (ПЦ)

© Коллектив авторов, 2011

*e-mail: yelenava@hotmail.com

для возраста и пола. Дети 3—11 лет с ОТ⩾90-го ПЦ имеют больше кардиометаболических факторов риска, чем дети с более низким процентилем ОТ [7]. Это пороговое значение ОТ широко используется для диагностики метаболического синдрома у детей, в том числе по критериям IDF (2007) [8—10].

Во многих странах разработаны референтные процентильные таблицы ОТ для детских популяций. Однако при выборе референтных таблиц для детей необходимо учитывать методику измерения ОТ, поскольку в разных центрах она может быть разной. К сожалению, сейчас нет унифицированного подхода к выбору анатомической линии измерения ОТ. В литературе встречается несколько методик измерения ОТ. Согласно рекомендациям ВОЗ, измерение ОТ проводится посередине между нижним краем реберной дуги и подвздошной костью. Данная методика использована для разработки референтных таблиц ОТ для детей в Великобритании, Германии и Китае [11—13]. В Америке процентильные таблицы для детей составлены по данным измерения ОТ по верхнему латеральному краю подвздошной кости [14]. В Австралии ОТ измеряют на уровне пупка [15], в Канаде — в самом узком месте талии [16]. ОТ измеряют также под нижним ребром.

Место измерения ОТ существенно влияет на диагностику абдоминального ожирения у детей и взрослых [17]. S. Johnson и соавт. [18] показали, что у детей и подростков показатели ОТ, измеренные по 4 основным линиям, достоверно различаются между собой.

Вторым индексом, который все чаще применяется у взрослых для диагностики абдоминального ожирения, является отношение ОТ к росту (ОТ/рост). Данный индекс предложен и для верификации детей с высоким риском метаболических и кардиоваскулярных нарушений [19]. Абдоминальное ожирение диагностируется у детей и подростков при индексе ОТ/рост ⩾0,5 для обоих полов независимо от возраста [20]. Преимущество индекса ОТ/рост заключается в отсутствии необходимости возрастных и половых процентилей объема талии роста.

Индекс объем талии/объем бедер (ОТ/ОБ) является менее специфичным по сравнению с ОТ в отношении абдоминального ожирения у детей и подростков [4]. Он может применяться у подростков старше 15 лет, где критерием абдоминального ожирения считается ОТ/ОБ >0,8 у девочек и >0,9 у мальчиков. Однако этот индекс даже у подростков 17 лет слабо коррелирует с процентным содержанием жировой ткани (%ЖТ) у обоих полов, тогда как ИМТ и ОТ демонстрируют сильную позитивную корреляцию с %ЖТ [21].

Цель настоящего исследования — изучить распространенность абдоминального ожирения у детей младшего школьного возраста Республики Беларусь по разным критериям и анализ ассоциации абдоминального ожирения с метаболическими нарушениями в данной популяции.

## Материал и методы

На первом этапе было проведено антропометрическое обследование 878 детей 7—13 лет Минска и Мозыря (население более 100 000 человек). В Минске были обследованы ученики 1—5-х классов двух случайным образом выбранных школ в период с января по март 2009 г. и в мае 2010 г. в Мозыре обследовали учеников 1—5-х классов двух школ и детей сотрудников промышленного предприятия в марте—апреле 2010 г. Антропометрические измерения и общеклинический осмотр проводили в первую половину дня. Рост измеряли с помощью стандартного вертикального ростомера с откидным табуретом с точностью до 0,1 см. Детей взвешивали в нижнем белье с точностью до 0,1 кг с помощью напольных биоимпедансных весов Tanita (TF-780, Токио, Япония) с анализатором %ЖТ. Перед измерением массы тела в пульт биоимпедансных весов вносились данные каждого ребенка (пол, возраст и рост).

Измерение ОТ проводили согласно рекомендациям ВОЗ измерительной лентой посередине между нижним краем реберной дуги и подвздошной костью с точностью до 0,1 см. ОТ измеряли в конце выдоха, ребенок находился в вертикальной позиции с расслабленными мышцами живота, ногами вместе и свободно свисающими руками. ОБ регистрировали с помощью измерительной ленты с точностью до 0,1 см в самом широком месте.

На втором этапе проводили антропометрическое, клиническое и биохимическое исследования 79 детей 9—13 лет Минска. Критерии включения: дети с избыточной массой тела и ожирением без хронических заболеваний и артериальной гипертензии; группа контроля: здоровые дети с нормальной массой тела. У детей и их родителей было получено информированное согласие на участие в исследовании.

Артериальное давление (АД) измеряли у детей на обеих руках, сидя, спустя 5 мин отдыха; определяли среднее систолическое (САД) и среднее диастолическое АД (ДАД). Забор крови проводили натощак после ночного голодания. Биохимический анализ сыворотки проводился стандартизованным ферментным методом с помощью многоканального автоматического биохимического анализатора Hitachi 911, «Roshe Diagnostics», Германия, и включал определение уровней общего холестерина (ОХС), холестерина ЛПНП, холестерина ЛПВП, триглицеридов (ТГ), глюкозы. Инсулин определяли в сыворотке иммунорадиометрическим методом на автоматической системе радиоиммунного анализа STRATEC SR 300, «Beckman coulter», Германия. Для исключения суб-

клинического гипотиреоза у всех детей определяли ТТГ иммуноферментным методом на автоматическом анализаторе AXSYM («Abbot», США).

ИМТ вычисляли по формуле: масса (кг)/рост (м)$^2$. Для диагностики избыточной массы тела и ожирения использовались следующие таблицы ИМТ с учетом возраста и пола ребенка: процентильные таблицы ИМТ Гродненского медицинского университета [22] (далее Гродно, 2000) [22] с критериями избыточной массы тела на 85-м ПЦ и ожирения на 95-м ПЦ, и таблицы стандартных отклонений (SD) ИМТ (ВОЗ, 2007) для детей и подростков 5—19 лет с критериями избыточной массы тела >+1 SD и ожирения и >+2 SD (ВОЗ SD, 2007) [23].

Для диагностики абдоминального ожирения использовались процентильные таблицы ОТ педиатрической популяции Великобритании 5—16 лет [11] с критерием ОТ⩾90-го ПЦ в зависимости от пола и возраста, а также индекс ОТ/рост с пороговым значением 0,5 и более для обоих полов (табл. 1).

Индивидуальные процентили ИМТ и ОТ с учетом возраста и пола ребенка вычислялись с помощью метода линейной аппроксимации на основании опубликованных референтных таблиц [24]. Индивидуальные показатели стандартного отклонения вычислялись по методу Cole [25]:

$$z(x) = \frac{\left(\frac{x}{M}\right)^{L} - 1}{SL},$$

где $x$ — значение ИМТ, $L$ — степень в преобразовании Бокса—Кокса, $M$ — медиана, $S$ — коэффициент стандартного отклонения. Значения $L$, $M$, $S$ выбирались из таблиц ВОЗ в соответствии с возрастом и полом ребенка (www.who.int/childgrowth).

Индекс чувствительность к инсулину HOMAIR вычислялся по формуле:

[Глюкоза натощак (ммоль/л)× инсулин натощак (мкЕд/мл)]/22,5

Проверка на нормальность распределения оцениваемых показателей проводилась с помощью критериев Колмогорова—Смирнова и Шапиро—Уилка (для числа случаев <50). Сравнение описательных характеристик детей проводилось с помощью непарного *t*-теста (теста Стьюдента) при нормальном распределении и U-критерия Манна—Уитни при распределении, отличном от нормального. Приведены значения как $M \pm SD$ при нормальном распределении и медианы (Me) с межквартильными размерами [P25;P75] при распределении, отличном от нормального. Сравнение частоты встречаемости избыточной массы и ожирения и абдоминального ожирения между полами проводилось с помощью теста хи-квадрат ($\chi^2$). Для определения взаимосвязи показателей использовали коэффициент корреляции Пирсона (r) при нормальном распределении и Спирмена ($r_s$) при распределении, отличном от нормального. Различия считали значимыми при $p<0,05$.

***Таблица 1*. Процентили объема талии в зависимости от пола и возраста (детская популяция Великобритании [11])**

| Пол | Возраст | Процентиль | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5-й | 10-й | 25-й | 50-й | 75-й | 90-й | 95-й |
| Мальчики | 5+ | 46,8 | 47,7 | 49,3 | 51,3 | 53,5 | 55,6 | 57,0 |
| | 6+ | 47,2 | 48,2 | 50,7 | 52,2 | 54,6 | 57,1 | 58,7 |
| | 7+ | 47,9 | 48,9 | 50,9 | 53,3 | 56,1 | 58,8 | 60,7 |
| | 8+ | 48,7 | 49,9 | 52,1 | 54,7 | 57,8 | 60,9 | 62,9 |
| | 9+ | 49,7 | 51,0 | 53,4 | 56,4 | 59,7 | 63,2 | 65,4 |
| | 10+ | 50,8 | 52,3 | 55,0 | 58,2 | 61,9 | 65,6 | 67,9 |
| | 11+ | 51,9 | 53,6 | 56,6 | 60,2 | 64,1 | 67,9 | 70,4 |
| | 12+ | 53,1 | 55,0 | 58,4 | 62,3 | 66,4 | 70,4 | 72,9 |
| | 13+ | 54,8 | 56,9 | 60,4 | 64,6 | 69,0 | 73,1 | 75,7 |
| | 14+ | 56,9 | 59,2 | 62,6 | 67,0 | 71,6 | 76,1 | 78,9 |
| | 15+ | 59,0 | 61,1 | 64,8 | 69,3 | 74,2 | 79,0 | 82,0 |
| | 16+ | 61,2 | 63,3 | 67,0 | 71,6 | 76,7 | 81,8 | 85,2 |
| Девочки | 5+ | 45,4 | 46,3 | 48,1 | 50,3 | 52,8 | 55,4 | 57,2 |
| | 6+ | 46,3 | 47,3 | 49,2 | 51,5 | 54,2 | 57,0 | 58,9 |
| | 7+ | 47,4 | 48,4 | 50,3 | 52,7 | 55,6 | 58,7 | 60,8 |
| | 8+ | 48,5 | 49,6 | 51,5 | 54,1 | 57,1 | 60,4 | 62,7 |
| | 9+ | 49,5 | 50,6 | 52,7 | 55,3 | 58,5 | 62,0 | 64,5 |
| | 10+ | 50,7 | 51,8 | 53,9 | 56,7 | 60,0 | 63,6 | 66,2 |
| | 11+ | 52,0 | 53,2 | 55,4 | 58,2 | 61,6 | 65,4 | 68,1 |
| | 12+ | 53,6 | 54,8 | 57,1 | 60,0 | 63,5 | 67,3 | 70,5 |
| | 13+ | 55,2 | 56,4 | 58,7 | 61,7 | 65,3 | 69,1 | 71,8 |
| | 14+ | 56,5 | 57,8 | 60,2 | 63,2 | 66,8 | 70,6 | 73,2 |
| | 15+ | 57,6 | 58,9 | 61,3 | 64,4 | 67,9 | 71,7 | 74,3 |
| | 16+ | 58,4 | 59,8 | 62,2 | 65,3 | 68,8 | 72,6 | 75,1 |

Критерий Каппа Кохена использовался для определения уровня согласованности между референтной таблицей ОТ Великобритании и референтными таблицами ИМТ по выявлению избыточной массы тела и ожирения, где значения критерия Каппа 0,81—1,00 принимались как отличная (точная) согласованность, 0,61—0,80 как хорошая (значимая) и 0,40—0,60 как умеренная согласованность. Статистический анализ проводился с помощью программы SPSS 16.0 (SPSS, Чикаго, США).

## Результаты и обсуждение

На первом этапе проводили анализ антропометрических показателей и %ЖТ у 878 младших школьников. Средний возраст детей составил 10,78±1,89 года (интервал 7—13 лет), среди них были 427 (48,6%) мальчиков и 451 (51,4%) девочка. Мальчики и девочки достоверно не различались по возрасту, росту, массе тела, ИМТ и ОБ. Мальчики имели более высокие показатели SD ИМТ, ОТ, индексов ОТ/ОБ и рост/ОТ и более низкий %ЖТ по сравнению с девочками. Подробная характеристика общей группы детей представлена в табл. 2.

Распространенность абдоминального ожирения по критерию ОТ⩾90-го ПЦ составила 33,1% в общей группе [у мальчиков несколько ниже, чем у девочек — 30,7% против 35,5% ($p$=0,131)]. Частота избыточной массы тела (вместе с ожирением) по процентильным таблицам (Гродно, 2000) составила 30,4% в общей группе (32,1% у мальчиков против 28,8% у девочек); по таблицам ВОЗ SD, 2007 —28,5% (32,8% у мальчиков против 25,5% у девочек); в обоих случаях частота избыточной массы тела среди мальчиков была статистически значимо выше, чем среди девочек ($p$=0,044 и $p$<0,001 соответственно). Частота абдоминального ожирения по критерию ОТ⩾90-го ПЦ не отличалась от частоты избыточной массы тела (вместе с ожирением) по таблицам Гродно ($p$=0,260) и была выше, чем по таблицам ИМТ ВОЗ SD ($p$=0,044) (рис. 1).

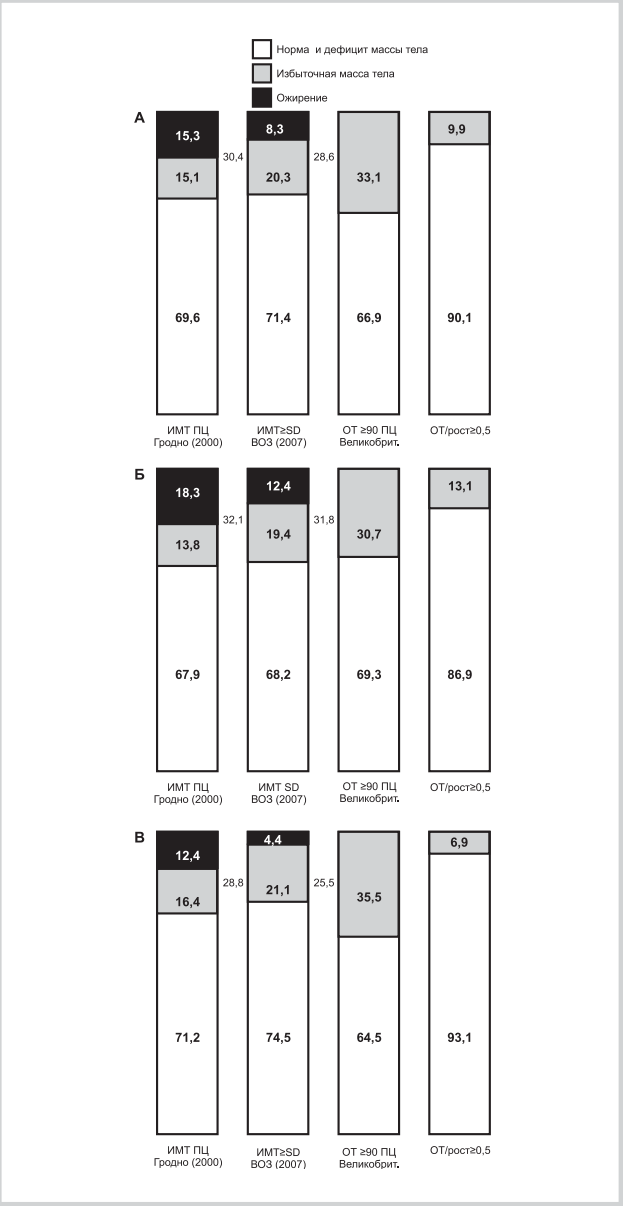



***Рис. 1*. Сравнение частоты избыточной массы тела и ожирения и абдоминального ожирения, по разным критериям: А — в общей группе, Б — мальчики, В — девочки (878 человек).**

***Таблица 2*. Общая характеристика обследованных детей (*M±SD*)**

| Показатель | Всего | Мальчики | Девочки | *p* |
|---|---|---|---|---|
| Количество | 878 | 427 | 451 | |
| Возраст, годы | 10,78±1,89 | 10,79±1,84 | 10,77±1,96 | 0,878 |
| Рост, см | 145,48±12,84 | 145,29±12,42 | 145,66±13,23 | 0,668 |
| Масса тела, кг | 39,6±11,56 | 39,61±11,61 | 39,59±11,52 | 0,985 |
| ИМТ, кг/м$^2$ | 18,36±3,16 | 18,42±3,17 | 18,3±3,16 | 0,591 |
| SD ИМТ | 0,35±1,18 | 0,45±1,24 | 0,26±1,11 | 0,017 |
| интервал | [–3,13 — (+3,71)] | [–3,13 — (+3,71)] | [–2,82 — (+3,37)] | |
| ЖТ, % | 19,83±6,43 | 18,99±5,88 | 20,62±6,83 | <0,001 |
| ОТ, см | 63,63±8,29 | 64,36±8,67 | 62,94±7,88 | 0,012 |
| ОБ, см | 76,86±9,21 | 76,25±8,71 | 77,43±9,62 | 0,057 |
| Индекс ОТ/ОБ | 0,83±0,05 | 0,84±0,04 | 0,81±0,05 | <0,001 |
| Индекс ОТ/рост | 0,44±0,05 | 0,44±0,05 | 0,43±0,05 | 0,001 |

Частота отдельно ожирения по таблицам ИМТ Гродно, 2000 составила 15,3% в общей группе (18,3% у мальчиков против 12,4% у девочек); по таблицам ВОЗ SD, 2007 — 8,3% в общей группе (12,4% у мальчиков против 4,4% у девочек), у мальчиков достоверно выше ($p$=0,016 и $p$<0,001 соответственно).

Распространенность абдоминального ожирения по критерию ОТ/рост ⩾0,5 составила 9,9% в общей группе, причем опять также среди мальчиков выше, чем среди девочек (13,1% против 6,9%, $p$=0,002).

Отмечалась высокая корреляция ОТ с ИМТ ($r$=0,900, $p$<0,001), с SD ИМТ ($r$=0,708, $p$<0,001), с %ЖТ ($r$=0,755, $p$<0,001), с индексом ОТ/рост ($r$=0,739, $p$<0,001). Индекс ОТ/рост коррелировал также с ИМТ ($r$=0,763, $p$<0,001), с SD ИМТ ($r$=0,826, $p$<0,001), с %ЖТ ($r$=0,704, $p$<0,001) и с индексом ОТ/ОБ ($r$=0,632, $p$<0,001). В то же время индекс ОТ/ОБ слабее коррелировал с ИМТ ($r$=0,220, $p$<0,001), с SD ИМТ ($r$=0,278, $p$<0,001) и с %ЖТ ($r$=0,181, $p$<0,001).

На втором этапе были обследованы 79 детей, средний возраст которых составил 10,95±1,09 года (интервал 9—13 лет). В группу с избыточной массой тела и ожирением (ИМТ>+1 SD ВОЗ, 2007) вошел 51 ребенок (27 мальчиков и 24 девочки, в группу контроля — 28 (14 мальчиков и 14 девочек) с ИМТ⩽+1 SD (ВОЗ, 2007). Девочки были достоверно выше мальчиков, что связано с более ранним началом полового развития у девочек (табл. 3). Другие антропометрические показатели, возраст и уровни ОХС, ЛПНП, ЛПВП, ТГ, инсулина, HOMAIR достоверно не отличались между полами.

Частота абдоминального ожирения в этой группе по критерию ОТ⩾90-го ПЦ составила 64,6% и полностью совпала с частотой избыточной массы тела вместе с ожирением по таблицам ИМТ ВОЗ SD, 2007. Частота абдоминального ожирения по индексу ОТ/рост составила 37,9% и была близка к частоте ожирения по данным ИМТ ВОЗ SD, 2007 — 36,7% (рис. 2).

Группы детей с ОТ <90-го ПЦ и ⩾90-го ПЦ не отличались по возрасту и росту, уровнем общего ХС, ЛПНП и глюкозы. Однако другие антропометрические индексы (масса тела, ИМТ, SD ИМТ, %ЖТ, ОТ, ОБ, индексы ОТ/рост, ОТ/ОБ), а также САД, ДАД, ТГ, уровни инсулина, индекс HOMAIR) оказались достоверно выше в группе с ОТ ⩾90-го ПЦ, а уровень ЛПВП ниже (табл. 4).

При анализе связи с другими антропометрическими и биохимическими показателями значения ОТ и ОТ/рост показали более высокую степень корреляции, чем ОТ/ОБ.

***Таблица 3*. Антропометрические и биохимические показатели детей, обследованных на втором этапе**

| Показатель | Всего | Мальчики | Девочки | *p* |
|---|---|---|---|---|
| Количество | 79 | 41 | 38 | |
| Возраст, годы | 10,95±1,09 | 10,73±0,99 | 11,19±1,15 | 0,058 |
| Рост, см | 148,55±8,39 | 146,08±7,83 | 151,22±8,24 | 0,006 |
| Масса тела, кг | 47,87±12,46 | 45,59±11,05 | 50,33±13,54 | 0,092 |
| ИМТ, кг/м$^2$ | 21,47±4,18 | 21,19±3,94 | 21,78±4,45 | 0,539 |
| SD ИМТ | 1,67 (0,15; 2,43) | 1,98 (0,24; 2,57) | 1,64 (0,12; 2,19) | 0,329 (U) |
| ЖТ, % | 27,12±8,96 | 25,44±7,28 | 28,93±10,27 | 0,083 |
| ОТ, см | 71,22±11,27 | 70,48±10,7 | 72,02±11,94 | 0,548 |
| ОБ, см | 84,37±9,57 | 82,34±8,65 | 86.57±10,13 | 0,490 |
| Индекс ОТ/рост | 0,48±0,07 | 0,48±0,07 | 0,48±0,07 | 0,065 |
| Индекс ОТ/ОБ | 0,83 (0,79; 0,89) | 0,85±0,06 | 0,83±0,06 | 0,080 |
| САД, мм рт.ст. | 98 (90; 101) | 96,19±8,9 | 98 (90; 105) | 0,439 (U) |
| ДАД, мм рт.ст. | 60 (55; 65) | 59,5±8,36 | 60 (55; 65,8) | 0,442 (U) |
| Общий ХС, ммоль/л | 4,48±0,88 | 4,46±0,84 | 4,49±0,95 | 0,856 |
| ХС ЛПНП, ммоль/л | 2,71±0,73 | 2,68±0,72 | 2,74±0,75 | 0,694 |
| ХС ЛПВП, ммоль/л | 1,38±0,26 | 1,41±0,29 | 1,35±0,23 | 0,323 |
| ТГ, ммоль/л | 0,80 (0,5; 1,2) | 0,70 (0,5; 1,15) | 0,80 (0,6; 1,23) | 0,090 (U) |
| Глюкоза н/т, ммоль/л | 5,1 (4,5; 5,7) | 5,08±0,83 | 5,06±0,77 | 0,889 |
| Инсулин н/т, мкЕД/мл | 9,76 (7,29; 9,76) | 8,91 (5,95; 12,92) | 11,32 (7,96; 14,46) | 0,061 (U) |
| HOMAIR | 2, 24 (1,59; 3,12) | 2,06 (1,34; 2,99) | 2,48 (1,88; 3,74) | 0,071 (U) |
| Стадия полового развития | | | | |
| Таннер 1 | | 35 | 7 | |
| Таннер 2 | | 6 | 15 | |
| Таннер 3 | | — | 10 | |
| Таннер 4 | | — | 6 | |

*Примечание*. Здесь и в табл. 4 приведены значения $M$±$SD$ при нормальном распределении и медианы (*Me*) с межквартильными размахами (P25; P75) при распределении, отличном от нормального.

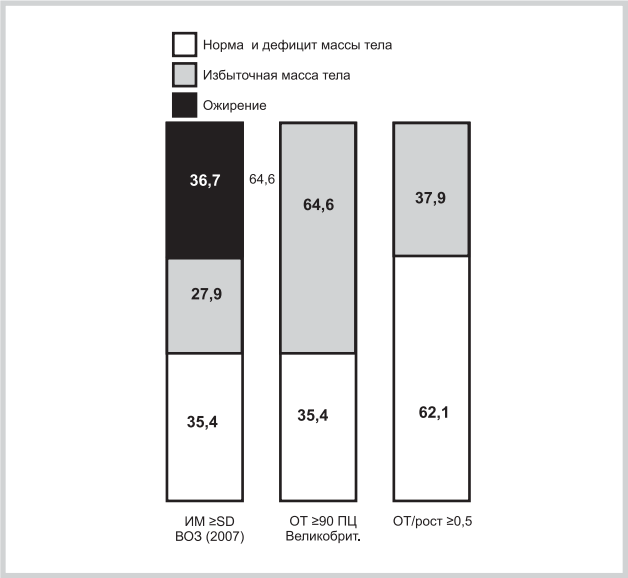



***Рис. 2.*** **Сравнение частоты избыточной массы тела и ожирения и абдоминального ожирения у детей на втором этапе исследования в общей группе (79 человек).**

Отмечалась значимая положительная корреляция ОТ с ИМТ ($r$=0,958, $p$<0,001), SD ИМТ ($r_s$=0,906, $p$<0,001), %ЖТ ($r$=0,878, $p$<0,001), индексом ОТ/рост ($r$=0,932, $p$=0,001), индексом ОТ/ОБ ($r_s$=0,729, $p$<0,001), с САД и ДАД ($r_s$=0,500 и 0,497 соответственно, $p$<0,001), уровнем инсулина ($r_s$=0,548, $p$<0,001), с HOMAIR ($r_s$=0,460, $p$<0,001), ТГ ($r_s$=0,409, $p$<0,001) и отрицательная — с уровнем холестерина ЛПВП ($r$=–0,357, $p$<0,001).

Индекс ОТ/рост положительно коррелировал с ИМТ ($r$=0,936, $p$<0,001), SD ИМТ ($r_s$=0,956, $p$<0,001), %ЖТ ($r$=0,831, $p$<0,001), с САД и ДАД ($r_s$=0,379, $p$=0,001 и $r_s$=0,398, $p$=0,001 соответственно), с уровнем инсулина ($r_s$=0,529, $p$=0,001), с HOMAIR ($r_s$=0,464, $p$<0,001), ТГ ($r_s$=0,355, $p$=0,001) и отрицательно с уровнем холестерина ЛПВП ($r$=–0,317, $p$=0,001).

Индекс ОТ/ОБ обнаруживал более слабую положительную корреляцию с ИМТ ($r_s$=0,678, $p$<0,001), SD ИМТ ($r_s$=0,751, $p$<0,001), %ЖТ ($r_s$=0,598, $p$<0,001), САД и ДАД ($r_s$=0,237, $p$=0,035 и $r_s$=0,249, $p$=0,027 соответственно), уровнем инсулина ($r_s$=0,392, $p$<0,001), HOMAIR ($r_s$=0,357, $p$=0,001), ТГ ($r_s$=0,337, $p$=0,002) и отрицательную — с уровнем холестерина ЛПВП ($r_s$=–0,256, $p$=0,023).

В связи с отсутствием референтных таблиц ОТ для популяции белорусских детей мы с помощью критерия Каппа Кохена определили уровень согласованности между процентильной таблицей ОТ (Великобритания) и референтными таблицами ИМТ Гродно, 2000 и SD ВОЗ, 2007 по выявлению абдоминального ожирения (ОТ ⩾90-го ПЦ) и избыточной массы тела (вместе с ожирением) по ИМТ ⩾85 ПЦ и SD ИМТ >1 соответственно. Критерий Каппа Кохена показал хорошую согласованность таблиц ОТ (Великобритания) с таблицами ИМТ Гродно (Каппа=0,698) и таблицами SD ВОЗ (Каппа=0,686).

Настоящее исследование впервые оценило распространенность абдоминального ожирения у детей в Республике Беларусь. Продемонстрирована высокая частота абдоминального ожирения у городских детей младшего школьного возраста, определенная

***Таблица 4.*** **Антропометрические и биохимические показатели у детей с ОТ<90-го и ОТ⩾90-го процентиля**

| Показатель | ОТ<90-го ПЦ | ОТ ⩾90-го ПЦ | $p$ |
|---|---|---|---|
| Количество | 28 | 51 | |
| Возраст, годы | 11,05±1,00 | 10,89±1,14 | 0,541 |
| Рост, см | 146,5±7,78 | 149,68±8,57 | 0,108 |
| Масса тела, кг | 36,88±5,79 | 52,1 (46,5; 60,8) | <0,001 (U) |
| ИМТ, кг/м$^2$ | 17,11 (15,45; 17,82) | 23,19 (21,92; 25,66) | <0,001 (U) |
| SD ИМТ | –0,11±0,83 | 2,12±0,63 | <0,001 |
| ЖТ, % | 18,63±4,42 | 31,78±7,22 | <0,001 |
| ОТ, см | 59,87±3,87 | 76,1 (71,5; 81,8) | <0,001 (U) |
| ОБ, см | 75,68±6,02 | 89,15±7,59 | <0,001 |
| Индекс ОТ/рост | 0,41±0,03 | 0,52±0,05 | <0,001 |
| Индекс ОТ/ОБ | 0,79±0,04 | 0,87±0,05 | 0<,001 |
| Сист. АД, мм рт.ст. | 95 (88; 100) | 99 (92; 108) | 0,008 (U) |
| Дист. АД, мм рт.ст. | 56,57±6,53 | 60 (55; 68) | 0,003 (U) |
| Общий ХС, ммоль/л | 4,44±0,96 | 4,49±0,84 | 0,792 |
| ХС ЛПНП, ммоль/л | 2,56±0,73 | 2,79±0,753 | 0,173 |
| ХС ЛПВП, ммоль/л | 1,51±0,29 | 1,31±0,22 | 0,001 |
| ТГ, ммоль/л | 0,60 (0,5; 0,93) | 0,90 (0,6; 1,2] | 0,003 (U) |
| Глюкоза н/т, ммоль/л | 5,18±0,69 | 5,01±0,85 | 0,350 |
| Инсулин н/т, мкЕД/мл | 7,91±2,82 | 12,38 (8,91; 16,78) | <0,001 (U) |
| HOMAIR | 1,83±0,72 | 2,73 (1,94; 3,91) | <0,001 (U) |

по референтным процентильным таблицам ОТ. Для анализа были выбраны процентильные таблицы ОТ для педиатрической популяции Великобритании, поскольку они были представлены одними из первых в Европе и использовались в других европейских популяциях до разработки собственных референтных таблиц. В таблицах Великобритании используется методика измерения ОТ, рекомендованная ВОЗ, которая применяется и в нашей стране. Однако эти таблицы были разработаны по данным детской популяции Великобритании 1988 г., еще до значительного роста распространенности ожирения среди детей в Европе [11]. Как показало сравнение 12 процентильных таблиц ОТ для детей разных стран, таблицы Великобритании наряду с японскими имеют самое низкое пороговое значение 90-го процентиля ОТ для детей 6 и 11 лет, тогда как итальянские и мексиканские таблицы — самое высокое [12].

По нашим данным, частота абдоминального ожирения превышает (результаты первого этапа по сравнению с таблицами ИМТ ВОЗ SD) или не отличается (результаты первого этапа по таблицам ИМТ Гродно и данные второго этапа по обеим таблицам) от частоты избыточной массы тела (вместе с ожирением), определенной по таблицам ИМТ.

H. McCarthy и соавт. [2] установили, что за последние десятилетия в популяции детей Великобритании тенденция к увеличению ОТ превышает тенденцию к увеличению ИМТ. Так, частота значений ОТ более 91-го ПЦ в 1997 г. у мальчиков составила 28% и у девочек 38%, что гораздо выше 9% для обоих полов в 1977—1987 гг. В то же время распространенность ИМТ более 91-го ПЦ (по таблицам ИМТ Великобритании) в 1997 г. составила 21% у мальчиков и 17% у девочек по сравнению с 8 и 6% соответственно в 1977—1987 гг. Как считают авторы, такое увеличение ОТ не может происходить только за счет висцеральной жировой ткани, а отражает увеличение в целом жировой массы, в том числе и подкожной. Это означает, что за 10—20 лет изменилась композиция тела у детей с преимущественным увеличением %ЖТ и снижением удельного веса мышечной ткани [2]. Поскольку ИМТ отражает общую массу тела, он является слабым маркером абдоминального ожирения и может занижать распространенность ожирения у детей.

При анализе распространенности абдоминального ожирения у детей и взрослых важно учитывать анатомическое место измерения ОТ. Согласно исследованию A. Bosy-Westphal и соавт. [17], включавшему 234 детей и подростков и 294 взрослых, разница в частоте выявления абдоминального ожирения в зависимости от места измерения составляет 10—20% у женщин и 6—10% у мужчин. Однако показатель ОТ, измеренный в разных местах, равно коррелировал с висцеральной (ВЖТ) и подкожной жировой тканью (ПЖТ) и факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у детей и мужчин; у женщин ОТ по подвздошной кости имел самую низкую ассоциацию с ВЖТ и факторами риска ССЗ. У взрослых частота абдоминального ожирения (по критерию ATP III >88/102 см) колебалась от 23 до 34% у мужчин и от 31 до 55% у женщин в зависимости от линии измерения [26].

Что касается частоты выявления метаболического синдрома (МС), то она лишь незначительно зависела от анатомической линии измерения ОТ у взрослых; ассоциация ОТ с ССЗ и сахарным диабетом также не зависела от линии измерения ОТ [27, 28]. C. Mason и соавт. [27] показали, что распространенность МС у мужчин была одинаковой при измерении ОТ по краю подвздошной кости, в средней точке или в области пупка (21,2%), но ниже при измерении в самом узком месте талии (18,3%). У женщин частота МС составила 15,1, 14,4, 14,1 и 13,1% при измерении в области пупка, подвздошной кости, в средней точке и самом узком месте талии соответственно.

В педиатрических исследованиях измерение ОТ посередине между нижним краем реберной дуги и подвздошной костью и в самом узком месте наиболее тесно ассоциировалось с риском МС у девочек и мальчиков с избыточной массой тела [18].

В настоящем исследовании у детей с абдоминальным ожирением (ОТ ⩾90-го ПЦ) был достоверно выше уровень факторов риска метаболических нарушений и инсулинорезистентности (ТГ, инсулин, HOMAIR) и ниже уровень холестерина ЛПВП; другие факторы риска ССЗ (САД и ДАД) также были выше в группе с абдоминальным ожирением. Таким образом, даже у детей младшего школьного возраста с абдоминальным ожирением уже проявляются факторы риска ССЗ, присущие взрослой популяции.

Индекс ОТ/рост все чаще применяется для диагностики абдоминального ожирения у детей и взрослых. M. Hara и соавт. [29] показали, что этот индекс является наиболее важным прогностическим фактором риска ССЗ у японских школьников 9—13 лет, и что единое пороговое значение этого индекса может использоваться независимо от возраста и пола. Только у детей в возрасте 2—5 лет использование порогового значения ОТ/рост выше 0,5 может приводить к значительной переоценке частоты абдоминального ожирения [1].

По данным H. McCarthy и соавт. [30], в Великобритании в детской популяции 5—16 лет пропорция детей с индексом ОТ/рост выше 0,5 значительно выросла за последние 10—20 лет, и этот рост был достоверно выше у мальчиков. Частота ОТ/рост выше 0,5 в 1997 г. составила 17% у мальчиков и 11,7% у девочек, тогда как в 1977—1987 гг. этот показатель составлял 5 и 1,5% соответственно [30]. По данным исследования, проведенного в 2003 г. в Греции, среди детей 6—12 лет частота абдоминального ожирения

(ОТ >90-го ПЦ по таблицам детской популяции Кипра) была одинаковой у мальчиков (12,5%) и девочек (14,2%), а по индексу ОТ/рост была выше у мальчиков (25,6% против 20,0%) [31]. Следует учесть, что в процентильных таблицах ОТ Кипра пороговые значения 90-го ПЦ для 6- и 11-летних детей почти на 10 см выше, чем в таблицах Великобритании [12].

Индекс ОТ/рост более тесно связан с риском развития ССЗ у детей, чем ИМТ, и может использоваться дополнительно или отдельно от ИМТ и ОТ [29, 32]. Его преимуществом является простота вычисления, что особенно важно при отсутствии процентильных таблиц ИМТ и ОТ.

Очевидно, что дети и подростки с ожирением имеют высокий риск метаболических нарушений и ССЗ. Однако и при избыточной массе тела уже 70% детей и подростков могут иметь как минимум 1 фактор риска ССЗ [33]. Было продемонстрировано, что оба показателя абдоминального ожирения (ОТ выше 90-го ПЦ и ОТ/рост выше 0,5) позволяют идентифицировать молодых пациентов с самым высоким риском метаболических нарушений среди детей и подростков с избыточной массой тела [19]. По нашим данным, частота индекса ОТ/рост ⩾0,5 близка к частоте ожирения по критериям SD ВОЗ, 2007 (>+2 SD), что подтверждает его возможность выделять по этому критерию детей с самой высокой степенью риска.

Несмотря на высокую корреляцию между показателями ИМТ и ОТ, встречаются случаи их неполного соответствия. В Италии среди детей 5—15 лет с нормальной массой тела (по критериям IOTF) 12% имели ОТ более 90-го ПЦ (по таблицам Великобритании), среди детей с избыточной массой тела 81% имели ОТ более 90-го ПЦ, и все дети с ожирением имели ОТ более 90-го ПЦ [19]. По нашим данным, среди детей с нормальной массой (SD ВОЗ ⩽1) 12,6% имели ОТ ⩾90-го ПЦ; среди детей с избыточной массой тела 78% имели ОТ ⩾90-го ПЦ и все дети с ожирением имели ОТ ⩾90-го ПЦ; среди детей, обследованных на втором этапе, эта пропорция составила 11, 86 и 100% соответственно.

Индекс ОТ/ОБ не рекомендуется использовать для выявления абдоминального ожирения у детей и подростков, поскольку он является менее специфичным, чем показатели ОТ [4]. Даже у подростков 17 лет индекс обоего пола ОТ/ОБ слабо коррелирует с процентным содержанием жировой ткани ($r$=0,30—0,41), тогда как ИМТ и ОТ демонстрируют сильную позитивную корреляцию с %ЖТ ($r$=0,68—0,73) [21]. В нашей работе также показано, что ОТ и индекс ОТ/рост имеют сильную корреляцию с %ЖТ и ИМТ, тогда как индекс ОТ/ОБ слабее коррелирует с этими показателями.

Одним из основных ограничений нашей работы является отсутствие данных по детям сельской местности, что не позволяет оценить распространенность абдоминального ожирения в педиатрической популяции Беларуси в целом. Отсутствие референтных таблиц ОТ для педиатрической популяции Республики Беларусь также ограничивает точную оценку частоты абдоминального ожирения. Несмотря на разные способы оценки, показатели ОТ и ИМТ могут использоваться в диагностике нарушений питания у детей (абдоминальное ожирение и избыточная масса тела). Поэтому мы сочли возможным использовать критерий Каппа Кохена, который позволяет определить воспроизводимость и согласованность двух методов, применяемых с диагностической или лечебной целью в однородной группе. Референтные таблицы ОТ Великобритании показали хорошую согласованность по критерию Каппа Кохена с референтными таблицами ИМТ Гродно, 2000 и SD ВОЗ, 2007 в отношении выявления абдоминального ожирения и избыточной массы тела (вместе с ожирением), что свидетельствует о применимости этих таблиц при обследовании педиатрической популяции Республики Беларусь.

## Заключение

Полученные данные свидетельствуют о высокой распространенности абдоминального ожирения у детей: около трети детей младшего школьного возраста городской популяции Республики Беларусь имеет ОТ выше 90-го процентиля, что делает актуальной проблему разработки референтных процентильных таблиц ОТ для белорусской детской популяции. До разработки собственных референтных таблиц ОТ референтные таблицы ОТ Великобритании могут использоваться при обследовании популяции белорусских детей для диагностики абдоминального ожирения. Индекс ОТ/рост вместе с ИМТ и ОТ может использоваться для выявления детей и подростков с высоким риском метаболических нарушений. У детей младшего школьного возраста с абдоминальным ожирением формируются метаболические нарушения и факторы риска ССЗ (достоверно выше уровень инсулина, HOMAIR, ТГ, САД и ДАД и ниже уровень холестрина ЛПВП, чем у детей с ОТ <90-го ПЦ), что требует проведения профилактических мероприятий уже в этой возрастной группе.

## ЛИТЕРАТУРА


1. *Li C., Ford E.S., Mokdad A.H., Cook S.* Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. Pediatrics 2006; 118: e1390—e1398.
2. *McCarthy H.D., Ellis S.M., Cole T.J.* Central overweight and obesity in British youth aged 11—16 years: cross sectional surveys of waist circumference. BMJ 2003; 326: 624.

3. *Brambilla P., Bedogni G., Moreno L.A. et al.* Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. Int J Obes (Lond) 2006; 30: 23—30.
4. *Taylor R.W., Jones I.E., Williams 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 years. Am J Clin Nutr 2000; 72: 490—495.
5. *Lee S., Bacha F., Gungor N., Arslanian S.A.* Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. J Pediatr 2006; 148: 188—194.
6. *Hirschler V., Aranda C., Calcagno M de L., Maccalini G., Jadzinsky M.* Can waist circumference identify children with the metabolic syndrome? Arch Pediatr Adolesc Med 2005; 159: 740—744.
7. *Maffeis C., Pietrobelli A., Grezzani A., Provera S., Tato L.* Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. Obes Res 2001; 9: 179—187.
8. *Cook S., Weitzman M., Auinger P., Nguyen M., Dietz W.H.* Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988—1994. Arch Pediatr Adolesc Med 2003; 157: 821—827.
9. *Weiss R., Dziura J., Burgert T.S. et al.* Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. N Engl J Med 2004; 350: 2362—2374.
10. *Zimmet P., Alberti K.G., Kaufman F. et al.* The metabolic syndrome in children and adolescents — an IDF consensus report. Pediatr Diabetes 2007; 8: 299—306.
11. *McCarthy H.D., Jarrett K.V., Crawley H.F.* The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0—16.9 years. Eur J Clin Nutr 2001; 55: 902—907.
12. *Schwandt P., Kelishadi R., Haas G.M.* First reference curves of waist circumference for German children in comparison to international values: the PEP Family Heart Study. World J Pediatr 2008; 4: 259—266.
13. *Ng V.W., Kong A.P., Choi K.C. et al.* BMI and waist circumference in predicting cardiovascular risk factor clustering in Chinese adolescents. Obesity (Silver Spring) 2007; 15: 494—503.
14. *Fernandez J.R., Redden D.T., Pietrobelli A., Allison D.B.* Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African—American, European—American, and Mexican—American children and adolescents. J Pediatr 2004; 145: 439—444.
15. *Eisenmann J.C.* Waist circumference percentiles for 7- to 15-year-old Australian children. Acta Paediatr 2005; 94: 1182—1185.
16. *Katzmarzyk P.T.* Waist circumference percentiles for Canadian youth 11—18 years of age. Eur J Clin Nutr 2004; 58: 1011—1015.
17. *Bosy-Westphal A., Booke C.A., Blocker T. et al.* Measurement site for waist circumference affects its accuracy as an index of visceral and abdominal subcutaneous fat in a Caucasian population. J Nutr 2010; 140: 954—961.
18. *Johnson S.T., Kuk J.L., Mackenzie K.A., Huang T.T., Rosychuk R.J., Ball G.D.* Metabolic risk varies according to waist circumference measurement site in overweight boys and girls. J Pediatr 2010; 156: 247—252.e1.
19. *Maffeis C., Banzato C., Talamini G.* Obesity Study Group of the Italian Society of Pediatric Endocrinology and Diabetology Waist-to-height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. J Pediatr 2008; 152: 207—213.
20. *Ashwell M., Cole T.J., Dixon A.K.* Ratio of waist circumference to height is strong predictor of intra-abdominal fat. BMJ 1996; 313: 559—560.
21. *Neovius M., Linne Y., Rossner S.* BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. Int J Obes (Lond) 2005; 29: 163—169.
22. *Ляликов С.А., Орехов С.Д.* Физическое развитие детей Беларуси. 2000; 220.
23. WHO Multicentre Growth Reference Study Group WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. Acta Paediatr2006; Suppl: 450: 76—85.
24. *Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И.* Вычислительные методы. 1976; 1:304.
25. *Cole T.J.* The LMS method for constructing normalized growth standards. Eur J Clin Nutr 1990; 44: 45—60.
26. *Mason C., Katzmarzyk P.T.* Variability in waist circumference measurements according to anatomic measurement site. Obesity (Silver Spring) 2009; 17: 1789—1795.
27. *Mason C., Katzmarzyk P.T.* Effect of the site of measurement of waist circumference on the prevalence of the metabolic syndrome. Am J Cardiol 2009; 103: 1716—1720.
28. *Ross R., Berentzen T., Bradshaw A.J. et al.* Does the relationship between waist circumference, morbidity and mortality depend on measurement protocol for waist circumference? Obes Rev 2008; 9: 312—325.
29. *Hara M., Saitou E., Iwata F., Okada T., Harada K.* Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk factors in Japanese schoolchildren. J Atheroscler Thromb 2002; 9: 127—132.
30. *McCarthy H.D., Ashwell M.* A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message—keep your waist circumference to less than half your height. Int J Obes (Lond) 2006; 30: 988—992.
31. *Tzotzas T., Kapantais E., Tziomalos K. et al.* Prevalence of overweight and abdominal obesity in Greek children 6—12 years old: Results from the National Epidemiological Survey. Hippokratia 2011; 15: 48—53.
32. *Savva S.C., Tornaritis M., Savva M.E. et al.* Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. Int J Obes Relat Metab Disord 2000; 24: 1453—1458.
33. *Freedman D.S., Kahn H.S., Mei Z. et al.* Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. Am J Clin Nutr 2007; 86: 33—40.