

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Штина И.Е.¹, Валина С.Л.¹, Устинова О.Ю.^{1,2}, Алексеев В.Б.¹, Эйсфельд Д.А.¹, Лужецкий К.П.^{1,2}

Особенности обменных процессов и вегетативного статуса у детей с повышенной долей жировой массы

¹ ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь;

² ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

Актуальность. Ожирение у детей способствует раннему формированию болезней сердечно-сосудистой, костно-мышечной и эндокринной систем.

Материал и методы. Обследованы 130 детей, разделенных на группы по признаку значения доли жировой массы (ЖМ). В группу наблюдения включены дети, имеющие повышенные значения доли жировой массы, в группу сравнения — дети, не имеющие избытка доли ЖМ. Всем детям проведено биоимпедансное исследование состава тела. Выполнена сравнительная оценка основных параметров биоимпедансного анализа, показателей жирового, белкового, углеводного и минерального обмена, а также вегетативного статуса.

Результаты. Выявлено, что 20% детей имели избыток массы тела по интерпретации ИМТ, в то время как данные биоимпедансного анализа свидетельствовали о его наличии у 40,8%. У детей с повышенным содержанием доли ЖМ установлены пониженные значения фазового угла, долей активной клеточной и скелетно-мышечной массы на фоне снижения удельного обмена у 50% детей. Изменения параметров состава тела в группе наблюдения сопровождалось повышенным содержанием глюкозы, натрия, общего холестерина, кортизола и преваляцией влияния симпатического отдела вегетативной регуляции относительно группы сравнения. В ходе корреляционного анализа установлены прямые связи между долей ЖМ, содержанием холестерина и показателями вегетативной регуляции. Выявлены прямые связи между уровнями кортизола, атерогенных липидов в крови и параметрами состава тела, характеризующими жировой обмен; обратные связи между уровнем кортизола в крови и долей скелетно-мышечной массы; между липидами сыворотки крови и безжировой массой и фазовым углом; между долей ЖМ и удельным обменом, долей скелетно-мышечной массы.

Заключение. Повышенное содержание доли ЖМ является предиктором формирования метаболического синдрома. Анализ параметров компонентного анализа состава тела позволяет разрабатывать профилактические программы, направленные на коррекцию патогенетических звеньев формирования избытка массы тела.

К л ю ч е в ы е с л о в а : биоимпедансный анализ состава тела; ожирение; дети; обменные процессы; вегетативный статус.

Для цитирования: Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Алексеев В.Б., Эйсфельд Д.А., Лужецкий К.П. Особенности обменных процессов и вегетативного статуса у детей с повышенной долей жировой массы. *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (8): 841-847. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-841-847>

Для корреспонденции: Штина Ирина Евгеньевна, кандидат мед. наук, зав. лаб. комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: shtina_irina@fcrisk.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Штина И.Е., Валина С.Л., Лужецкий К.П., Алексеев В.Б.; сбор и обработка материала – Штина И.Е.; статистическая обработка – Штина И.Е., Эйсфельд Д.А.; написание текста – Штина И.Е., Валина С.Л.; редактирование – Устинова О.Ю., Валина С.Л.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все авторы.

Поступила 30.04.2020

Принята к печати 29.07.2020

Опубликована 11.09.2020

Irina E. Shtina¹, Svetlana L. Valina¹, Olga Yu. Ustinova^{1,2}, Vadim B. Alekseev¹, Darya A. Eisfel'd¹, Luzhetskii K.P.^{1,2}

Peculiarities of metabolic processes and vegetative status in children with excess fraction of body fat mass

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

²Perm State University, Perm, 614990, Russian Federation

Introduction. Obesity in children makes for the earlier occurrence of cardiovascular, musculoskeletal, and endocrine system diseases.

Data and methods. We examined 130 children who were distributed into two groups according to their body fat mass (BFM). Our test group included children with excess BFM fraction and our reference group was made up of children with normal body fat mass. All children were examined with bioimpedance analysis techniques. We comparatively assessed basic impedance analysis indices: fat, protein, carbohydrates, and mineral metabolism; as well as children's vegetative status.

Results. We revealed 20% of children to have overweight as their BMI while impedance analysis indicated that 40% of children had it. Children with BFM excess had a smaller phase angle and less active cellular and musculoskeletal mass combined with lower metabolic rates detected in 50% of them. Changes in body composition in the test group were accompanied by elevated contents of dextrose, sodium, total cholesterol, and hydrocortisone and prevailing influences exerted by sympathetic vegetative regulation against the reference group.

Correlation analysis allowed revealing direct correlations between a BFM fraction, cholesterol, and vegetative regulation parameters. We also revealed direct correlations between hydrocortisone, atherogenic lipids and body composition that characterized fat metabolism; reserve correlations between hydrocortisone and a fraction of musculoskeletal mass; between lipids in blood serum and fat-free body mass and phase angle; between a fraction of body fat mass and metabolic rate, and a fraction of musculoskeletal mass.

Conclusions. Excess BFM fraction is a predictor of metabolic syndrome. Impedance analysis allows creating prevention programs aimed at correcting pathogenetic mechanisms that make for overweight occurrence.

Key words: bioelectrical impedance analysis; obesity; children; metabolic processes; vegetative status.

For citation: Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Alekseev V.B., Eisfel'd D.A., Luzhetskii K.P. Peculiarities of metabolic processes and vegetative status in children with an excess fraction of body fat mass. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (8): 841-847. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-841-847> (In Russ.)

For correspondence: Irina E. Shtina, MD, Ph.D., head of the laboratory of complex problems of children's health with a clinical group of medical and preventive technologies of risk management, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: shtina_irina@mail.ru

Information about the authors:

Shtina I.E., <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232>; Valina S.L., <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>; Ustinova O.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>; Eisfeld D.A., <https://orcid.org/0000-0002-0442-9010>; Luzhetskii K.P., <https://orcid.org/0000-0003-0998-7465>; Alekseev V.B., <https://orcid.org/0000-0001-5850-7232>

Acknowledgment. The study had no financial sponsorship

Conflict of Interest. The authors of the article have no conflict of interest.

Contribution: Shtina I.E. – research concept and design, data collection and processing, statistical processing, writing the text; Valina S.L. – research concept and design, writing and editing the text; Luzhetskii K.P. – research concept and design; Alekseev V.B. – research concept and design; Eisfeld D.A. – statistical processing; Ustinova O.Yu. – editing. All authors approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article

Received: April 30, 2020

Accepted: July 29, 2020

Published: September 11, 2020

Введение

Детское ожирение признано одной из важных проблем общественного здравоохранения текущего тысячелетия. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), избыточная масса тела и ожирение выявляются у 10 процентов детей в возрасте от пяти до семнадцати лет, в последние годы уровень распространённости этой патологии стремительно повышается [1].

В настоящее время наиболее часто используемым и признанным показателем оценки питания является индекс массы тела (ИМТ), однако данный показатель не является объективным критерием ожирения, так как не учитывает истинный состав тела, а именно вес мышц и жировой ткани [1–4]. Установлено, что в определённой мере количество жировой ткани коррелирует с ИМТ, но в то же время довольно сильно изменяется у детей в различные возрастные периоды. При нормальном значении ИМТ доля жировой массы (ЖМ) может превышать долю мышечной, а в случае «ложного ожирения» высокий индекс массы тела может быть обусловлен преобладанием мышечной массы, тогда как доля жировой массы находится в пределах нормативных значений [3, 5, 6]. Одним из методов определения состава тела является биоимпедансный анализ, который широко применяется как в эпидемиологических исследованиях здоровья населения, так и для индивидуальной оценки состава тела с целью своевременной диагностики ожирения и динамического контроля над состоянием основных видов обмена веществ у детей и подростков [5, 7–10].

Известно, что формирование метаболического синдрома нередко сопровождается нарушением вегетососудистой регуляции и проявляется активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы. На сегодняшний день доказанным фактом является связь повышенного артериального давления и избыточной массы тела. Известно, что у лиц с ожирением в 3,5 раза выше вероятность развития артериальной гипертензии (АГ), с другой стороны, в среднем у 60% пациентов с АГ отмечается избыточная масса тела или ожирение. Учитывая тот факт, что подростковое ожирение является фактором риска развития сахарного диабета 2-го типа, болезней сердечно-сосудистой, костно-мышечной систем и психологических проблем, актуальным является своевременное выявление факторов риска его развития [1, 11–17].

Цель исследования – выявить особенности обменных процессов и вегетативного статуса у детей с повышенной долей жировой массы.

Материал и методы

Обследованы 130 учащихся городской средней общеобразовательной школы. Дети были разделены на 2 группы по признаку значения доли ЖМ. В группу наблюдения были включены дети, имеющие повышенные значения доли ЖМ (выше 75-го центиля, $n = 54$), в группу сравнения – дети, имеющие нормальные и низкие значения доли ЖМ (ниже 75-го центиля, $n = 76$) [3, 10]. Группы обследованных детей сопоставимы по социально-экономическим условиям и образу жизни, поло-возрастному признаку ($p > 0,05$). Средний возраст детей группы наблюдения составил $12,8 \pm 2,9$ года, группы сравнения – $12,3 \pm 3,2$ года ($p = 0,3$). В группе наблюдения доля девочек составила 56%, мальчиков – 45%, в группе сравнения – 46 и 54%, соответственно ($p = 0,3$).

Критерием исключения детей из исследования являлось наличие показателя ИМТ больше 2 SDS по критериям ВОЗ [4].

Всем детям по стандартной методике определяли рост с помощью ростомера РП (погрешность измерения ± 2 мм), массу тела – с помощью напольных медицинских электронных весов с погрешностью измерений ± 50 г. Для проведения биоимпедансного анализа состава тела (БИА) сантиметровой медицинской лентой измерены окружность талии (ОТ) и окружность бёдер (ОБ).

Биоимпедансное исследование проводили при помощи анализатора АВС-01 «Медасс» по стандартной схеме с использованием одноразовых биоадгезивных электродов. На основании полученных данных выполнена сравнительная оценка значений индекса массы тела (ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$) и основных показателей состава тела: жировой массы (ЖМТ, кг), доли жировой массы (доля ЖМ, %), тощей массы (ТМ, кг), активной клеточной массы (АКМ, кг) и доли АКМ (%), фазового угла (ФУ, град), скелетно-мышечной массы (СММ, кг) и доли СММ (%), удельного основного обмена (УОО, ккал), общей воды организма (ОВО), индекса талия-бёдра (ИТБ), минеральной массы (ММ, кг) [3, 10].

Сравнительную оценку состояния обмена веществ проводили по показателям жирового (концентрация общего холестерина, липопротеинов высокой (ЛПВП) и низкой

плотности (ЛПНП)), белкового (общий белок), углеводного (глюкоза) и минерального (ионизированный кальций, магний, натрий) обменов. Исследование показателей выполнено унифицированными биохимическими методами с помощью автоматического биохимического анализатора «Keylab» (BPC+BioSed, Италия). Для количественного определения кортизола использовали тест-систему «Кортизол-ИФА» (Хема-медика, Россия). Лабораторные исследования выполнялись по стандартным методикам в аккредитованных лабораториях ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» на сертифицированном и поверенном оборудовании [18–20].

Анализ вегетативного статуса проводили с помощью кардиоинтервалографии с выполнением клино-ортостатической пробы с оценкой ритма, исходного вегетативного тонуса (ИВТ), вегетативной реактивности (ВР). Исследование выполнено с применением кардиоинтервалографа «Поли-Спектр-8/EX» (Нейрософт, Россия). Для определения активности вегетативной регуляции использовали значения показателей АМо (число кардиоинтервалов в процентах, соответствующих диапазону моды), ИВР (индекс вегетативного равновесия), ИН (индекс напряжения), повышение которых характерно для преобладания влияния симпатического отдела ВНС. В качестве показателей, характеризующих активность парасимпатического отдела вегетативной регуляции, выбраны RMSSD (квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN интервалами, используется для оценки высокочастотных компонентов вариабельности), RRNN (средняя длительность интервалов RR), TP (суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем), Мо (наиболее часто встречающееся значение RR), ВР (разница между максимальным и минимальным значением RR), значение которых повышается при активации парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) и ВПР (вегетативный показатель ритма), значение которого, напротив, понижается [18, 21].

Исследование проведено с соблюдением правил медицинской этики, одобрено Этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У всех законных представителей обследованных детей предварительно получено добровольное информированное согласие.

Сравнительный анализ полученных данных выполнен с помощью методов описательной и сравнительной статистики. Обработку данных производили с помощью стандартного пакета статистических функций Microsoft Excel, 2010. Сравнение показателей биоимпедансного анализа состава тела проводили по средним абсолютным значениям и средним значениям процентов от середины нормы. В качестве нормальных значений использованы значения, попадающие в диапазон 25–75-го центилей. Выполнено вычисление среднегрупповых значений (M) параметров и величины стандартного отклонения SD ($M \pm SD$). В качестве критерия статистической значимости различий между средними значениями групповых показателей применяли t -критерий Стьюдента. Проведён корреляционный анализ для выявления связей между факторами и результирующими показателями. Достоверными считали различия при уровне $p \leq 0,05$ [22].

Результаты

На первом этапе настоящего исследования проведён анализ ИМТ у 130 обследованных детей, независимо от группы исследования. Выявлено, что 20% обследованных детей имели избыток массы тела (ИМТ больше +1 SDS по критерию ВОЗ). В то же время использование биоимпедансного анализа показало, что 40,8% детей имели повы-

шенное содержание доли ЖМ при нормальном значении ИМТ по Z-scores (от –2 до +1 SDS).

Сопоставительный анализ показателей биоимпедансного исследования показал, что независимо от значений доли ЖМ средние значения массы тела у детей группы наблюдения и сравнения были близки между собой ($50,1 \pm 15,2$ против $46,2 \pm 17,3$ кг; $p = 0,2$). Среднее значение окружности бёдер у детей группы наблюдения превышало аналогичный показатель группы сравнения ($85,5 \pm 11$ против $80,6 \pm 12,5$ см; $p = 0,02$), кроме того, доля детей со значением ИТБ выше 75-го центиля в группе наблюдения в 1,5 раза превышала в группе сравнения ($29,6$ против $19,7\%$; $p = 0,02$). Среднее абсолютное и относительное значение ФУ у детей с высоким значением доли ЖМ оказалось достоверно ниже показателя детей с нормальными значениями доли ЖМ ($6 \pm 0,5$ против $6,4 \pm 1,0$ град и $97,2 \pm 8,3$ против $103,3 \pm 13,5\%$; $p = 0,002–0,005$), что предполагает более низкую двигательную активность у детей группы наблюдения. В группе наблюдения 9,3% детей имели значения ИМТ ниже 25-го центиля, в группе сравнения таких детей было достоверно больше – 38,2% ($p = 0,001$). Средние значения ИМТ по абсолютному и относительному показателям у детей группы наблюдения превышали аналогичные в группе сравнения ($20,9 \pm 4$ против $18,8 \pm 3,8$; $p = 0,005$ и $110,4 \pm 19$ против $101,1 \pm 15,9\%$; $p = 0,005$).

Достоверных различий между значениями ТМ, являющейся индикатором типа телосложения, не выявлено ни между средними абсолютными и относительными значениями ($35,9 \pm 9,2$ против $36,7 \pm 12,9$ кг и $92,4 \pm 10,6\%$ против $91,6 \pm 10,2\%$ соответственно; $p = 0,7$), ни в структуре отклонений ($p > 0,05$) (табл. 1).

При отсутствии достоверных различий между значениями АКМ ($19,3 \pm 5,3$ против $20,6 \pm 8,5$ кг и $91 \pm 14,1\%$ против $92,4 \pm 17,6\%$; $p = 0,3–0,7$), абсолютные и относительные значения доли АКМ у детей группы наблюдения были ниже группы сравнения ($53,5 \pm 2,6$ против $55,2 \pm 4,3\%$; $p = 0,008$; и $98,7 \pm 5,8$ против $101,2 \pm 8,3\%$; $p = 0,05$), при этом у всех детей доля АКМ была выше 75-го центиля.

При сравнении значений доли СММ выявлено, что среднее значение у детей с повышенным содержанием доли ЖМ ниже абсолютных и относительных значений доли СММ детей с нормальным и низким содержанием доли ЖМ ($51,2 \pm 5,1$ против $53,2 \pm 5,1\%$; $p = 0,03$; и $108,9 \pm 11,9$ против $116 \pm 15,4\%$; $p = 0,004$). Обращает внимание, что в группе наблюдения 14,8% детей имели низкие значения доли СММ при отсутствии таковых в группе сравнения ($p = 0,001$), а процент детей с высокими значениями доли СММ был в 2 раза ниже относительно группы сравнения ($44,4$ против $89,5\%$; $p = 0,001$), что свидетельствует о более низком физическом развитии и тренированности детей группы наблюдения.

На фоне достоверно не отличающихся равных абсолютных значений основного обмена ($1224,9 \pm 169$ против $1266,6 \pm 267,6$ ккал; $p = 0,3$), показатель удельного основного обмена (УОО), характеризующий интенсивность обменных процессов, у детей группы наблюдения оказался ниже группы сравнения ($864,5 \pm 68,1$ против $922,1 \pm 96,8$ ккал; $p = 0,001$). У каждого второго ребёнка группы наблюдения (48,1%) показатели УОО были ниже физиологических значений, в то время как в группе сравнения снижение УОО выявлено только у 28,9% детей ($p = 0,02$) (см. табл. 1).

Сравнительная оценка биохимических показателей обследованных детей показала отсутствие существенных различий у большинства из них с уровнем физиологической нормы. В то же время сопоставительное исследование показателей основных видов обменных процессов позволило установить, что у детей с повышенным содержанием доли жира среднегрупповые значения концентрации глюкозы, натрия и холестерина общего в крови достоверно выше значений группы сравнения ($4,55 \pm 0,50$ против $4,37 \pm 0,49$ ммоль/дм³, $135,83 \pm 3,29$ против $134,667 \pm 3,24$ ммоль/дм³, $4,03 \pm 0,58$ против $3,72 \pm 0,70$ ммоль/дм³,

Таблица 1
 Результаты биоимпедансного анализа состава тела у детей сравниваемых групп

Показатель	Группа наблюдения, n = 54				Группа сравнения, n = 76				p1	p2	p3	p4	p5
	значение, M ± SD		процент значений		значение, M ± SD		процент значений						
	абсолютное	относительное	низких	высоких	абсолютное	относительное	низких	высоких					
Рост, см	153,4 ± 13,4	-	-	-	153,5 ± 17,9	-	-	-	1,0	-	-	-	-
Масса тела, кг	50,1 ± 15,2	-	-	-	46,2 ± 17,3	-	-	-	0,2	-	-	-	-
ОТ, см	67,6 ± 9,3	-	-	-	64,9 ± 10,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-
ОБ, см	85,5 ± 11,0	-	-	-	80,6 ± 12,5	-	-	-	0,02	-	-	-	-
ИТБ, у.е.	0,79 ± 0,05	100,0 ± 5,3	14,8	55,6	0,8 ± 0,09	101,0 ± 9,8	32,9	47,4	0,1	0,5	0,02	0,3	0,2
ФУ, град	6,0 ± 0,5	97,2 ± 8,3	27,8	57,4	6,4 ± 1,0	103,3 ± 13,5	30,3	43,4	0,005	0,002	0,7	0,1	0,006
ИМТ, кг/кв²	20,9 ± 4,0	110,4 ± 19,0	9,3	31,5	18,8 ± 3,8	101,1 ± 15,9	38,2	52,6	0,005	0,005	0,001	0,02	0,001
ЖМ, кг	14,2 ± 6,9	145,1 ± 53,4	0,0	40,7	9,5 ± 6,0	101,4 ± 51,9	34,2	61,8	0,001	0,001	0,001	0,02	0,001
Доля ЖМ, %	27,0 ± 6,9	140,6 ± 33,9	0,0	0,0	19,5 ± 6,9	104,9 ± 36,3	18,4	81,6	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001
ТМ, кг	35,9 ± 9,2	92,4 ± 10,6	11,1	48,1	36,7 ± 12,9	91,6 ± 10,2	21,1	50,0	0,7	0,7	0,1	0,8	0,2
АКМ, кг	19,3 ± 5,3	91,0 ± 14,1	18,5	44,4	20,6 ± 8,5	92,4 ± 17,6	28,9	43,4	0,3	0,7	0,2	0,9	0,2
Доля АКМ, %	53,5 ± 2,6	98,7 ± 5,8	0,0	0,0	55,2 ± 4,3	101,2 ± 8,3	0,0	0,0	0,008	0,05	-	-	-
СММ, кг	18,4 ± 5,2	112,4 ± 23,5	13,0	53,7	19,9 ± 7,9	119,5 ± 24,3	6,6	46,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1
Доля СММ, %	51,2 ± 5,1	108,9 ± 11,9	14,8	40,7	53,2 ± 5,1	116,0 ± 15,4	0,0	10,5	0,03	0,004	0,001	0,001	0,001
ММ, кг	2,2 ± 0,4	105,6 ± 13,6	11,1	44,4	2,2 ± 0,6	106,4 ± 12,9	14,5	52,6	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2
Основной обмен, ккал	1224,9 ± 169,0	-	-	-	1266,6 ± 267,6	-	-	-	0,3	-	-	-	-
Удельный обмен, ккал/м²	864,5 ± 68,1	94,8 ± 4,9	48,1	51,9	922,1 ± 96,8	98,5 ± 6,9	28,9	53,9	0,001	0,001	0,02	0,8	0,001
Общая вода, кг	26,2 ± 6,8	92,9 ± 10,4	14,8	46,3	26,8 ± 9,6	94,1 ± 11,5	25,0	47,4	0,7	0,5	0,2	0,9	0,2

Примечание. Достоверность различий: p1 – между средними значениями абсолютных показателей; p2 – между средними значениями относительных показателей; p3 – количества лиц с высокими значениями показателями; p4 – количества лиц с нормальными значениями показателями; p5 – количества лиц с низкими значениями показателями.

p = 0,01–0,05, соответственно) (табл. 2). Разница между среднегрупповыми значениями содержания кортизола в крови у детей группы наблюдения и группы сравнения близка к статистически значимой (313,28 ± 121,31 против 272,81 ± 117,37 нмоль/см³, p = 0,06) (см. табл. 2).

Анализ исходного вегетативного тонуса при фоновой записи кардиоинтервалографии показал, что у детей с избыточной долей жира относительно группы сравнения ваготония регистрировалась 2,2 раза реже (14,3 против 32,0%, p = 0,07), гиперсимпатикотония – в 2,2 раза чаще (14,3 против 6,4%, p = 0,2), эйтония и симпатикотония с приблизительно равной частотой (60 и 51%, 11,5 и 10,7% соответственно, p = 0,4–0,9).

У детей группы наблюдения выявлены более низкие значения RRNN (799,49 ± 112,66 против 860,011 ± 149,26 мс – в группе сравнения; p = 0,04), Мо (0,79 ± 0,13 против 0,86 ± 0,16 с; p = 0,05), тенденция к более высоким значениям ЧСС (76,97 ± 10,25 против 72,23 ± 11,89 уд/мин, p = 0,06) (табл. 3).

При проведении ортостатической пробы нормальную вегетативную реактивность (ВР) у детей группы наблюдения встречали в 1,8 раза реже (28,6 против 51,1%; p = 0,04), а гиперсимпатикотонический вариант – в 1,5 раза чаще, чем в группе сравнения (63,9 против 42,6%; p = 0,05), и они сопровождалась более низкими значениями RRNN (585,69 ± 57,26 против 635,15 ± 89,70 мс; p = 0,004), RMSSD (19,83 ± 8,66 против 28,34 ± 16,32 мс; p = 0,004), TP (3218,57 ± 1983,96 против 4336,17 ± 2890,22 мс²; p = 0,04), Мо (0,57 ± 0,06 против 0,62 ± 0,09 с) и более высокими значениями ЧСС (104 ± 9,9 против 96,72 ± 11,86 уд./мин; p = 0,004), АМо (47,21 ± 11,66 против 40,69 ± 10,88%; p = 0,01) и ИН (176,41 ± 129,62 против 124,62 ± 91,88 у.е.; p = 0,03) (см. табл. 3).

В ходе корреляционного анализа выявлены прямые связи между кортизолом и долей жировой массы (r = 0,2, p = 0,025), ЖМ (r = 0,2, p = 0,03) и обратная – с долей СММ (r = -0,2, p = 0,04). Кроме того, установлены связи между концентрацией холестерина общего, липопротеидами низкой плотности и значениями СММ и доли СММ (r = -0,2, p = 0,01–0,02); липопротеидами низкой плотности и долей ЖМ (r = 0,2, p = 0,04) и тощей массой (r = -0,2, p = 0,04); холестерином и тощей массой (r = -0,2, p = 0,04); липопротеидами высокой плотности и ФУ (r = -0,2, p = 0,03) и значениями ЖМ (абсолютными и относительными) (r = -0,2, p < 0,05). Также обнаружены обратные корреляции между долей ЖМ и удельным обменом (r = -0,4, p < 0,001), долей СММ (r = -0,4, p < 0,001), и прямые связи между долей АКМ и значением ФУ (r = 0,9, p < 0,001). Выявлена прямая связь между возрастом и долей ЖМ (r = 0,3, p = 0,003).

Установлена связь между значением доли ЖМ и ЧСС (r = 0,2, p = 0,04), RMSSD при ортостатической пробе (r = -0,23, p = 0,04) и ИН (r = 0,2, p = 0,05), а также выявлена прямая связь между холестерином и ЧСС (r = 0,3, p = 0,01).

Таблица 2

Результаты биохимического анализа крови и кортизола, $M \pm SD$

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Глюкоза, ммоль/дм ³	3,33–5,55	4,55 ± 0,50	4,37 ± 0,49	0,04
Ионизированный кальций, ммоль/дм ³	1,03–1,1	1,10 ± 0,51	1,10 ± 0,49	0,9
Магний, ммоль/дм ³	0,8–1,0	0,94 ± 0,08	0,93 ± 0,10	0,9
Натрий, ммоль/дм ³	135,0–147,0	135,83 ± 3,29	134,67 ± 3,24	0,05
Общий белок, г/дм ³	60,0–80,0	73,75 ± 5,06	72,88 ± 4,76	0,3
Триглицериды, ммоль/дм ³	0,3–1,7	0,85 ± 0,33	0,76 ± 0,31	0,1
Холестерин ЛПВП, ммоль/дм ³	0,8–2,2	1,4 ± 0,12	1,32 ± 0,35	0,3
Холестерин ЛПНП, ммоль/дм ³	1,55–3,9	2,26 ± 0,58	2,07 ± 0,62	0,07
Холестерин общий, ммоль/дм ³	3,11–5,44	4,03 ± 0,58	3,72 ± 0,70	0,01
Кортизол, нмоль/см ³	140–600	313,28 ± 121,31	272,81 ± 117,37	0,06

Примечание. Здесь и в табл. 3: *p* – достоверность межгрупповых различий.

Таблица 3

Результаты кардиоинтервалографии у детей, $M \pm SD$

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
<i>Среднегрупповые показатели спектрального анализа при фоновой записи</i>			
RRNN, мс	799,49 ± 112,66	860,11 ± 149,26	0,04
RMSSD, мс	67,2 ± 33,75	79,43 ± 49,60	0,2
TP, мс ²	5299,09 ± 3392,56	6889,53 ± 6758,07	0,2
<i>Среднегрупповые показатели спектрального анализа при ортостатической записи</i>			
RRNN, мс	585,69 ± 57,26	635,15 ± 89,70	0,004
RMSSD, мс	19,83 ± 8,66	28,34 ± 16,32	0,004
TP, мс ²	3218,57 ± 1983,96	4336,17 ± 2890,22	0,04
<i>Фоновая кардиоинтервалография по Р.М. Баевскому</i>			
ЧСС, уд. в 1 мин	76,97 ± 10,25	72,23 ± 11,89	0,06
Мо, с	0,79 ± 0,13	0,86 ± 0,16	0,05
АМо, %	35,82 ± 13,03	32,99 ± 9,80	0,3
ВР, с	0,39 ± 0,14	0,41 ± 0,16	0,5
ИВР, у.е.	115,30 ± 90,88	102,24 ± 72,53	0,5
ВПР, у.е.	3,86 ± 2,04	3,51 ± 1,88	0,4
ИН, у.е.	78,26 ± 71,64	64,37 ± 52,29	0,3
<i>Ортостатическая кардиоинтервалография по Р.М. Баевскому</i>			
ЧСС, уд. в 1 мин	104,00 ± 9,90	96,72 ± 11,86	0,004
Мо, с	0,57 ± 0,06	0,62 ± 0,09	0,005
АМо, %	47,21 ± 11,66	40,69 ± 10,88	0,01
ВР, с	0,31 ± 0,15	0,34 ± 0,13	0,4
ИВР, у.е.	193,80 ± 133,92	146,12 ± 91,72	0,1
ВПР, у.е.	6,89 ± 3,58	5,62 ± 2,50	0,08
ИН, у.е.	176,41 ± 129,62	124,62 ± 91,88	0,05

Обсуждение

Результаты изучения распространённости избытка массы тела у современных школьников по значению ИМТ показали наличие этой патологии у 20% обследованных, что совпадает с данными когортного исследования, проведённого сотрудниками НЦЗД [23, 24].

В то же время в ходе исследования установлено, что более чем у 40% детей, имеющих нормальный ИМТ, по данным БИА, диагностирован избыток доли жировой массы тела,

что коррелирует с исследованиями, подтверждающими недостаточную специфичность ИМТ, не учитывающего состав тела, и может способствовать ошибочной интерпретации полученных результатов у детей [5, 6, 25, 26].

Полученная разница между показателями жирового, углеводного и минерального обменов у детей с разным содержанием доли жировой массы свидетельствует о том, что скрытое ожирение ассоциировано с риском формирования метаболического синдрома, сердечно-сосудистых и других заболеваний. По данным литературы, отсутствие отклонений метаболических показателей не является стабильным состоянием и требует дальнейшего контроля [26, 27].

Сопоставительная оценка данных кардиоинтервалографии с проведением ортостатической пробы выявила более выраженное влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы в вегетативной регуляции, что, по данным литературы, является дополнительным фактором риска формирования артериальной гипертензии у детей подросткового возраста. Известно, что избыток жировой массы, метаболические расстройства и вегетативные нарушения формируют «порочный круг», что подтверждается полученными прямыми корреляционными связями между долей ЖМ и ЧСС, RMSSD и ИН, уровнем холестерина и ЧСС. Прямая связь между содержанием кортизола и показателями жирового обмена (жировая масса и её доля, индекс) доказывает патогенетическое влияние кортизола на развитие метаболического синдрома [27–32].

Прямая связь между долей АКМ и ФУ свидетельствует о влиянии физической активности на состав тела. Обратные связи между содержанием холестерина, атерогенной фракции липидов и показателями тренированности и физической активности индивидуума (значениями СММ, долей СММ и тощей массой) подтверждают данные о том, что увеличение двигательной нагрузки у детей и подростков защищает от формирования патологии жирового обмена. Прямая связь между возрастом и долей ЖМ дополняет результаты исследований, свидетельствующих о своевременности увеличения физической активности как профилактического мероприятия ожирения в старшем возрасте. Таким образом, на основании полученных прямых и обратных связей между показателями жирового обмена и состава тела можно предположить, что адекватная физическая нагрузка поддерживает липидный гомеостаз [33, 34].

Наличие обратных корреляций между долей ЖМ и удельным обменом, низких значений УОО у каждого второго ребёнка с повышенным содержанием доли ЖМ свидетельствует о необходимости коррекции пищевого поведения и физической активности в плане школьных медико-профилактических мероприятий, направленных на разрыв патогенетических связей формирования ожирения [35–37].

Заключение

Каждый пятый ребёнок имеет повышенное значение индекса массы тела, но более 40% детей при нормальном значении ИМТ имеют избыток жировой массы тела по данным биоимпедансного анализа состава тела.

Повышенное содержание доли жира по результатам биоимпедансометрии у детей может являться предиктором формирования метаболического синдрома, что проявляется более высоким содержанием кортизола, глюкозы, натрия,

холестерина общего, липопротеинов низкой плотности, активацией симпатического отдела ВНС, что подтверждается связями между показателями обмена веществ, кортизолом, индикаторами симпатической активности и параметрами биоимпедансного анализа состава тела.

Данные биоимпедансного анализа позволяют адресно формировать группы риска ожирения и разрабатывать комплекс лечебно-профилактических мероприятий, направленных на патогенетические звенья формирования патологии жирового обмена.

Литература

(п.п. 2, 8, 9, 12, 14–17 см. References)

- ВОЗ. Подростковое ожирение и связанное с ним поведение: тенденции и социальные неравенства в Европейском регионе ВОЗ, 2002–2014 годы. Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/339626/WH05_obesity_Ebook.pdf
- Николаев Д.В. *Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека*. М.: 2016.
- Рекомендации по диагностике, лечению и профилактике ожирения у детей и подростков*. М.: Практика; 2015.
- Гирш Я.В., Герасимчик О.А. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела. *Бюллетень сибирской медицины*. 2018; 17(2): 121–32. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-2-121-132>
- Окорков П.Л., Васюкова О.В., Воронцов А.В. Методы оценки количества и распределения жировой ткани в организме и их клиническое значение. *Проблемы эндокринологии*. 2014; (3): 53–8. <https://doi.org/10.14341/probl201460353-58>
- Анисимова А.В., Руднев С.Г., Година Е.З., Николаев Д.В., Черных С.П. Состав тела московских детей и подростков: оценка репрезентативности данных биоимпедансного обследования в центрах здоровья. *Лечение и профилактика*. 2014; (1): 24–9.
- Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., Николаев Д.В., Старунова О.А., Черных С.П. и соавт. *Биоимпедансное исследование состава тела населения России*. М.: 2014.
- Полубояринова И.В., Романцова Т.И. Ожирение у подростков: вопросы терминологии. *Ожирение и метаболизм*. 2006; (3): 9–13.
- Кочетков А.И., Остроумова О.Д., Стародубова А.В., Остроумова Т.М., Бондаренко Д.А. Взаимосвязь гиперсимпатикотонии, ожирения и инсулинрезистентности. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2019; 15(2): 230–43. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2019-15-2-230-243>
- Меньшиков В.В. *Лабораторные методы исследования в клинике*. М.: Медицина; 1987.
- Тит Н.У. *Клиническая оценка лабораторных тестов*. М.: Медицина; 1986.
- Данилова Л.А. *Анализ крови, мочи и других биологических жидкостей в различные возрастные периоды*. СПб.: Спец-Лит; 2014.
- Бавеский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалевский П.Я., Кукушкин Ю.А. и соавт. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрографических систем. *Вестник аритмологии*. 2001; (24): 65–87.
- Гланц С. *Медико-биологическая статистика*. Пер. с англ. М.: Практика; 1999.
- Ходжиева М.В., Скворцова В.А., Боровик Т.Э., Намазова-Баранова Л.С., Маргиева Т.В., Бушуева Т.В. и соавт. Оценка физического развития детей младшего школьного возраста (7–10 лет): результаты когортного исследования. *Педиатрическая фармакология*. 2016; 13(4): 362–6. <https://doi.org/10.15690/pf.v13i4.1608>
- Намазова-Баранова Л.С., Елещкая К.А., Кайтукова Е.В., Макарова С.Г. Оценка физического развития детей среднего и старшего школьного возраста: анализ результатов одномоментного исследования. *Педиатрическая фармакология*. 2018; 15(4): 333–42. <https://doi.org/10.15690/pf.v15i4.1948>
- Пешков М.В., Шарайкина Е.П. Гендерные особенности показателей биоимпедансометрии в зависимости от индекса массы тела студентов. *Сибирское медицинское обозрение*. 2014; (6): 52–7.
- Соболева Н.П., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Ерюкова Т.А., Колесников В.А., Мельниченко О.А. и соавт. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространённость избыточной массы тела и ожирения. *Российский медицинский журнал*. 2014; (4): 4–13.
- Романцова Т.И., Островская Е.В. Метаболически здоровое ожирение: дефиниции, протективные факторы, клиническая значимость. *Альманах клинической медицины*. 2015; (Спец. 1): 75–87.
- Козлова Л.В., Бекезин В.В., Козлов С.Б., Козлова И.С., Пересецкая О.В., Коваленко О.М. Метаболический синдром у детей и подростков с ожирением: диагностика, критерии рабочей классификации, особенности лечения. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2009; 88(6): 142–50.
- Красноперова О.И., Смирнова Е.Н., Мерзлова Н.Б. Состояние вегетативного статуса и метаболических показателей у детей и подростков с ожирением. *Сибирский медицинский журнал (Томск)*. 2011; (4): 165–7.
- Болотова Н.В., Лазебникова С.В., Чичева Г.В. Клинико-гормональные нарушения у девочек с ожирением и пути их коррекции. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2009; 88(5): 63–7.
- Артемова Е.В. Особенности синтеза, активации и дезактивации глюкокортикоидов. Биологическая роль кортизола в метаболических нарушениях. *Ожирение и метаболизм*. 2017; 14(2): 48–52. <https://doi.org/10.14341/OMET2017248-52>
- Бородкина Д.А., Груздева О.В., Квиткова Л.В., Барбараш О.Л. Распределение жировых отложений: разгадка кажущегося парадокса ожирения в кардиологии? *Ожирение и метаболизм*. 2017; 14(2): 3–8. <https://doi.org/10.14341/OMET201723-8>
- ВОЗ. Проблема ожирения в Европейском регионе ВОЗ и стратегии её решения. Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/74747/E90711R.pdf
- Калинин Р.Е., Сучков И.А., Филиппов Е.В., Федотов И.А., ред. *Инновационные технологии в медицине: Взгляд молодого специалиста. Материалы IV Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов с Международным участием*. Рязань; 2018: 93–5.
- Кучма В.Р., Соколова С.Б. Основные тренды поведенческих рисков, опасных для здоровья. *Анализ риска здоровью*. 2019; (2): 4–13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.01>
- Якунова Е.М., Сазонова О.В., Бородина Л.М., Галицкая А.В. Корреляция показателей основного обмена при различных способах его определения. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015; 17(5): 439–42.
- Богомолова Е.С., Кузмичев Ю.Г., Олюшина Е.А., Поляшова А.С., Котова Н.В., Бадеева Т.В. и соавт. Влияние социально-гигиенических факторов на формирование пищевого статуса детей и подростков. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(9): 847–53. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-9-847-853>

References

- WHO. Adolescent obesity and related behavior: trends and inequalities in the WHO European Region, 2002–2014. Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/339211/WHO_ObesityReport_2017_v3.pdf
- De-Mateo-Silleras B., de-la-Cruz-Marcos S., Alonso-Izquierdo L., Camina-Martín M.A., Marugán-de-Miguelsanz J.M., Redondo-del-Río M.P. Bioelectrical impedance vector analysis in obese and overweight children. *PLoS ONE*. 2019; 14(1): e0211148. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211148>
- Nikolaev D.V. *Lectures on Bioimpedance Analysis of Human Body Composition [Lektsii po bioimpedansnomu analizu sostava tela cheloveka]*. Moscow; 2016. (in Russian)
- Recommendations for the diagnosis, treatment and prevention of obesity in children and adolescents*. Moscow: Praktika; 2015. (in Russian)
- Girsh Ya.V., Gerasimchik O.A. The role and place of bioimpedance analysis assessment of body composition of children and adolescents with different body mass. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2018; 17(2): 121–32. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-2-121-132> (in Russian)
- Okorokov P.L., Vasyukova O.V., Vorontsov A.V. The methods for the characteristic of adipose tissue in the organism and their clinical significance. *Problemy endokrinologii*. 2014; (3): 53–8. <https://doi.org/10.14341/probl201460353-58> (in Russian)

7. Anisimova A.V., Rudnev S.G., Godina E.Z., Nikolaev D.V., Chernykh S.P. The body composition of moscow children and adolescents: evaluation of representativeness of data of bio-impedance examination in health centers. *Lechenie i profilaktika*. 2014; (1): 24-9. (in Russian)
8. Diouf A., Diongue O., Nde M., Idohou-Dossou N., Thiam M., Wade S. Validity of bioelectrical impedance analysis in predicting total body water and adiposity among Senegalese school-aged children. *PLoS ONE*. 2018; 13(10): e0204486. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204486>
9. Javed A., Jumean M., Murad M.H., Okorodudu D., Kumar S., Somers V.K., et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr. Obes.* 2015; 10(3): 234-44. <https://doi.org/10.1111/jipo.242>
10. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A., Chernykh S.P. et al. *Bioimpedance Study of Body Composition in the Russian Population [Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naseleniya Rossii]*. Moscow; 2014. (in Russian)
11. Poluboyarinova I.V., Romantsova T.I. Adolescent obesity: terminology issues. *Ozhirenie i metabolizm*. 2006; (3): 9-13. (in Russian)
12. Kotchen T.A. Obesity-related hypertension: epidemiology, pathophysiology, and clinical management. *Am. J. Hypertens.* 2010; 23(11): 1170-8. <https://doi.org/10.1038/ajh.2010.172>
13. Kochetkov A.I., Ostroumova O.D., Starodubova A.V., Ostroumova T.M., Bondarenko D.A. Association between sympathetic nervous system activation, obesity and insulin resistance. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2019; 15(2): 230-43. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2019-15-2-230-243> (in Russian)
14. Biro F.M., Wien M. Childhood obesity and adult morbidities. *Am. J. Clin. Nutr.* 2010; 91(5): 1499-505. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28701B>
15. Swallen K.C., Reither E.N., Haas S.A., Meier A.M. Overweight, obesity and health-related quality of life among adolescents: the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Pediatrics*. 2005; 115(2): 340-7. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-0678>
16. Mustillo S., Worthman C., Erkanli A., Keeler G., Angold A., Costello E.J. Obesity and psychiatric disorder: developmental trajectories. *Pediatrics*. 2003; 111(4 Pt. 1): 851-9. <https://doi.org/10.1542/peds.111.4.851>
17. Strauss R.S. Childhood obesity and self-esteem. *Pediatrics*. 2000; 105(1): e15. <https://doi.org/10.1542/peds.105.1.e15>
18. Men'shikov V.V. *Laboratory Research Methods in the Clinic [Laboratornye metody issledovaniya v klinike]*. Moscow: Meditsina; 1987. (in Russian)
19. Tits N.U. *Clinical Evaluation of Laboratory Tests [Klinicheskaya otsenka laboratornykh testov]*. Moscow: Meditsina; 1986. (in Russian)
20. Danilova L.A. *Analyzes of Blood, Urine and Other Body Fluids at Various Age Periods [Analizy krovi, mochi i drugikh biologicheskikh zhidkostey v razlichnye vozrastnye periody]*. St. Petersburg: Spets-Lit; 2014. (in Russian)
21. Baevskiy R.M., Ivanov G.G., Chireykin L.V., Gavrilushkin A.P., Dovgalevskiy P.Ya., Kukushkin Yu.A. et al. *Analysis of heart rate variability using various electrographic systems. Vestnik aritmologii*. 2001; (24): 65-87. (in Russian)
22. Glantz S.A. *Primer of Biostatistics*. New-York: McGraw-Hill; 1994.
23. Khodzhiyeva M.V., Skvortsova V.A., Borovik T.E., Namazova-Baranova L.S., Margieva T.V., Bushueva T.V. et al. Evaluating the physical development of early age schoolchildren (7–10 years): cohort study results. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2016; 13(4): 362-6. <https://doi.org/10.15690/pf.v13i4.1608> (in Russian)
24. Namazova-Baranova L.S., Eletskaia K.A., Kaytukova E.V., Makarova S.G. Evaluation of the physical development of children of secondary school age: an analysis of the results of a cross-sectional study. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2018; 15(4): 333-42. <https://doi.org/10.15690/pf.v15i4.1948> (in Russian)
25. Peshkov M.V., Sharaykina E.P. Gender features of bioelectrical impedance analysis indicators according to the body mass index in students. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*. 2014; (6): 52-7. (in Russian)
26. Soboleva N.P., Rudnev S.G., Nikolaev D.V., Eryukova T.A., Kolesnikov V.A., Mel'nichenko O.A. et al. The bio-impedance screening of population in health centers: prevalence of surplus body mass and obesity. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2014; (4): 4-13. (in Russian)
27. Romantsova T.I., Ostrovskaya E.V. Metabolically healthy obesity: definitions, protective factors, clinical relevance. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny*. 2015; (S1): 75-87. (in Russian)
28. Kozlova L.V., Bekezin V.V., Kozlov S.B., Kozlova I.S., Peresetskaya O.V., Kovalenko O.M. Metabolic syndrome in children and teenagers with obesity: diagnostics, criteria of working classification, features of treatment. *Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*. 2009; 88(6): 142-50. (in Russian)
29. Krasnoperova O.I., Smirnova E.N., Merzlova N.B. Condition of the vegetative status and metabolic indicators in children and teenagers with obesity. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)*. 2011; (4): 165-7. (in Russian)
30. Bolotova N.V., Lazebnikova S.V., Chicheva G.V. Clinical and hormonal disorders in adolescent girls with obesity. Ways to correct them. *Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*. 2009; 88(5): 63-7. (in Russian)
31. Artemova E.V. Synthesis, activation and deactivation of glucocorticoids. the biological role of cortisol in metabolic disorders. *Ozhirenie i metabolizm*. 2017; 14(2): 48-52. <https://doi.org/10.14341/OMET2017248-52> (in Russian)
32. Borodkina D.A., Gruzdeva O.V., Kvitkova L.V., Barbarash O.L. Body fat distribution: the answer to the apparent paradox of obesity in cardiology? *Ozhirenie i metabolizm*. 2017; 14(2): 3-8. <https://doi.org/10.14341/OMET201723-8> (in Russian)
33. WHO. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/74746/E90711.pdf
34. Kalinin R.E., Suchkov I.A., Filippov E.V., Fedotov I.A., eds. *Innovative Technologies in Medicine: A Look of a Young Specialist. Materials of the IV All-Russian Scientific Conference of Young Specialists, Graduate Students, Residents with International Participation [Innovatsionnye tekhnologii v meditsine: vzglyad molodogo spetsialista: Materialy IV Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii molodykh spetsialistov, aspirantov, ordinatorov s Mezhdunarodnym uchastiem]*. Ryazan; 2018: 93-5. (in Russian)
35. Kuchma V.R., Sokolova S.B. Basic trends in behavioral health risks. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (2): 4-13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.2.01> (in Russian)
36. Yakunova E.M., Sazonova O.V., Borodina L.M., Galitskaya A.V. Correlation of basal metabolism at various ways of its determination. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2015; 17(5): 439-42. (in Russian)
37. Bogomolova E.S., Kuzmichev Yu.G., Olyushina E.A., Polyashova A.S., Kotova N.V., Badeeva T.V., et al. Influence of sociohygienic factors on the shaping of the nutritional status in children and teenagers. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(9): 847-53. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-9-847-853> (in Russian)