

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА И ЕГО КОМПОНЕНТОВ С ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ И ДИСФУНКЦИЕЙ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ У МУЖЧИН

Лутов Ю.В., Васильева О.В., Новикова Е.Г., Селятицкая В.Г.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической медицины», Новосибирск, e-mail: yvl1308@mail.ru

Целью исследования было выяснить роль инсулинорезистентности и дисфункции висцеральной жировой ткани в формировании метаболического синдрома и его компонентов у мужчин зрелого возраста. Для верификации метаболического синдрома и его основных компонентов использовали критерии Консенсуса международных экспертов в областях кардиологии и эндокринологии от 2009 года; в качестве дополнительных компонентов рассматривали избыточную массу тела и ожирение, гиперхолестеринемию и нарушения пуринового обмена, наличие которых устанавливали в соответствии с критериями ВОЗ. В группе мужчин с инсулинорезистентностью чаще, чем среди мужчин с нормальной чувствительностью к инсулину, встречались абдоминальный тип жировоголожения, нарушения углеводного обмена и ожирение, а также имели место более высокие средние значения окружности талии, индекса Кетле и гликемии. У мужчин с дисфункцией висцеральной жировой ткани по сравнению с мужчинами без этого фактора патогенеза метаболического синдрома чаще встречались гипертриглицеридемия и гипоальфахолестеринемия, а также были установлены более высокие средние концентрации триглицеридов и мочевой кислоты в крови и более низкий уровень альфахолестеринемии. Можно предположить, что метаболический синдром имеет несколько различных патогенетических вариантов развития, характеризующихся преобладанием в дебюте одного из механизмов патогенеза и последовательностью присоединения других патогенетических факторов и соответствующих им компонентов метаболического синдрома.

Ключевые слова: мужчины; метаболический синдром; основные и дополнительные компоненты, инсулинорезистентность, дисфункция висцеральной жировой ткани.

CORRELATION OF METABOLIC SYNDROME AND ITS COMPONENTS WITH INSULIN RESISTANCE AND VISCERAL FAT DYSFUNCTION IN MEN

Lutov Y.V., Vasileva O.V., Novikova E.G., Selyatitskaya V.G.

Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk, e-mail: yvl1308@mail.ru

The purpose of the study was to elucidate the role of insulin resistance and visceral fat dysfunction in the formation of the metabolic syndrome and its components in mature age men. To verify the metabolic syndrome and its main components, the criteria of international experts Consensus in the fields of cardiology and endocrinology from 2009 were used; at the same time, excessive body weight and obesity, hypercholesterolemia, and purine metabolism disorders, whose presence was established in accordance with WHO criteria, were considered as additional components. In group of men with insulin resistance, contrary from men with normal insulin sensitivity, there were higher frequency of an abdominal type fat deposit, the violation of carbohydrate metabolism and obesity, and there happened higher average values of the waist circumference, the Kettle index and glycemia. In men with visceral fat dysfunction, compared with men without this factor of metabolic syndrome pathogenesis there were more often hypertriglyceridemia and hypoalphacholesterolemia presence, and higher average concentrations of triglycerides and uric acid in blood were found, both with lower levels of alphacholesterolemia. Thus, the metabolic syndrome can have several different pathogenetic variants of development characterized by one pathogenesis mechanisms prevalence in the onset and the sequence of attachment of other pathogenetic factors and the corresponding components of the metabolic syndrome.

Keywords: men, metabolic syndrome, main and additional components, insulin resistance, visceral fat dysfunction.

Представления о том, что сочетание определенных метаболических и клинических нарушений может являться более значимым фактором риска развития у человека тяжелых сердечно-сосудистых заболеваний, системного атеросклероза и сахарного диабета 2 типа по сравнению с каждым из них, взятым отдельно, были сформулированы ещё в начале и

середине прошлого века (Ф. Ланг, 1922; М.П. Кончаловский, 1939; Р. Avogaro и G. Crepaldi, 1965; J. Camus, 1966; и др.) [1, 2]. В последующие годы такой кластер факторов сердечно-сосудистого риска получил название метаболического синдрома (МС) [12]; появились различные системы критериев верификации МС на основе выявления его отдельных компонентов [5]; были проведены многочисленные популяционные исследования МС в разных странах мира, в различных национальных, этнических и расовых группах [8, 15]. Понятие МС было дополнено за счет расширения перечня его основных компонентов дополнительными или потенциальными составляющими [4, 9].

В настоящее время доминирующим остается представление о том, что патогенетической основой развития МС является феномен инсулинорезистентности (ИР) периферических тканей [7, 11]. Существует иная точка зрения на патогенез МС, согласно которой ключевая роль в нём принадлежит абдоминальному ожирению (АО) и дисфункции висцеральной жировой ткани (ДВЖТ), заключающейся в дисбалансе секреции адипокинов (лептина, резистина, адипонектина и др.), гиперпродукции провоспалительных цитокинов и свободных жирных кислот, выступающих, в свою очередь, как факторы, способствующие развитию ИР и большей части компонентов МС [3, 13].

Целью исследования было изучить взаимосвязь основных и дополнительных компонентов МС с ИР и ДВЖТ у мужчин зрелого возраста.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие мужчины (n=171), в возрасте от 24 до 70 лет, обратившиеся за медицинской и/или профилактической помощью в медицинские и реабилитационные учреждения Новосибирска с целью диагностики и лечения избыточной массы тела (ИМТ) и ожирения, или соматической патологии, ассоциированной с ИМТ и ожирением. Критериями исключения были осложнённые формы сердечно-сосудистой патологии и СД 2 типа, наличие СД 1 типа, обострение хронических соматических заболеваний, инфекционные заболевания.

Проведение исследования было одобрено локальным Комитетом по биомедицинской этике и соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и приказами Минздрава РФ. С мужчинами проводили беседу, объясняющую цель и задачи исследования; от каждого было получено информированное согласие на участие в исследовании.

Антропометрическое обследование включало измерение массы тела (МТ, кг), длины тела (ДТ, м), окружности талии (ОТ, см); рассчитывали индекс Кетле (ИК) как отношение МТ к ДТ в квадрате ($\text{кг}/\text{м}^2$). В сыворотке крови определяли уровни триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности, или альфа-холестерина (АХС), общего холестерина (ОХС), мочевой кислоты (МК). Измерения проводили ферментативными и

колориметрическими методами на биохимическом анализаторе «Konelab 30i» ThermoElectronCorp (Финляндия). Содержание глюкозы в капиллярной крови определяли с использованием ферментативного метода на анализаторе «Photometer 5010», BoehringerMannheim (Германия). Содержание в сыворотке крови иммунореактивного инсулина (ИРИ) измеряли с использованием иммуноферментного метода.

Рассчитывали индекс инсулинорезистентности (НОМА-IR) по формуле: ИРИ (мкЕд/мл) * Глюкоза (мм) / 22,5 (у.е.). Наличие ИР регистрировали при величине индекса НОМА-IR > 2,77 [10]. Также рассчитывали индекс висцерального ожирения (ИВО) по формуле: (ОТ / (39,68 + 1,88*ИК)) * (ТГ / 1,03) * (1,31 / АХС) (у.е.). Наличие ДВЖТ регистрировали при величине ИВО > 1,0 у.е. [6].

Для выявления МС и его основных компонентов – АО, артериальной гипертензии (АГ), нарушений углеводного обмена (НУО), гипертриглицеридемии (ГТГ) и гипоальфахолестеринемии (ГАХС) – у обследованных пациентов применяли критерии Консенсуса ведущих международных экспертов в областях кардиологии и эндокринологии [5]. Устанавливали наличие дополнительных (потенциальных) компонентов МС: избыточную массу тела (ИМТ) – при величине ИК > 25,0 кг/м², общее ожирение – при величине ИК ≥ 30 кг/м²; гиперхолестеринемия – при содержании ОХС в крови > 5,2 мм, нарушения пуринового обмена (НПО) – при уровне урикемии > 400 мкм. МС с учётом основных и дополнительных компонентов верифицировали при наличии трёх любых компонентов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием лицензионного пакета прикладных программ «Statistica 8,0» (StatSoft, США). Результаты представлены как среднее арифметическое величины показателя и его среднеквадратичное отклонение (M±SD) или частота случаев (%). Для оценки межгрупповых различий использовали непараметрические критерии Крускала – Уоллиса и Манна – Уитни, критерий χ^2 с поправкой Йейтса, точный критерий Фишера; для характеристики силы связи между параметрами рассчитывали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (rs). Достоверными признавали различия при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Как видно из таблицы 1, мужчины из групп с ИР или нормальной чувствительностью к инсулину не различались по возрасту. МС по основным критериям у мужчин с ИР встречался в 2,7 раза чаще, чем у мужчин без ИР. У мужчин с ИР имело место большее, чем у мужчин с нормальной чувствительностью к инсулину, число как основных, так и всех анализируемых компонентов МС, одновременно имеющих у каждого обследуемого мужчины.

Таблица 1

Частоты встречаемости метаболического синдрома, его основных и дополнительных компонентов, дисфункции висцеральной жировой ткани (ДВЖТ) (%) и абсолютные значения характеризующих их показателей ($M \pm SD$) в зависимости от наличия инсулинорезистентности (ИР) у мужчин

Показатели, характеризующие метаболический синдром, его компоненты и факторы патогенеза	ИР есть (n=85)	ИР нет (n=86)	P
Возраст (лет)	41,8±9,75	44,1±10,37	0,1812
Метаболический синдром по основным компонентам (%)	65,9	24,4	<0,0001
Количество основных компонентов (n)	3,0±1,35	1,9±1,00	<0,0001
Метаболический синдром по всем компонентам (%)	88,2	82,6	0,4042
Количество всех компонентов (n)	4,9±1,70	3,8±1,48	<0,0001
Абдоминальное ожирение (%)	68,2	29,1	<0,0001
Окружность талии (см)	107,5±10,71	98,6±10,11	<0,0001
Артериальная гипертензия (%)	89,4	80,2	0,1447
АД систолическое (мм рт. ст.)	142±13,5	141±18,0	0,9807
АД диастолическое (мм рт. ст.)	88±11,6	89±14,3	0,6063
Гипертриглицеридемия (%)	62,4	53,5	0,3082
Триглицеридемия натощак (ммМ)	2,46±1,67	2,00±1,07	0,0910
Гипоальфахолестеринемия (%)	36,5	23,3	0,0852
Альфахолестеринемия натощак (ммМ)	1,19±0,30	1,30±0,37	0,0562
Нарушение углеводного обмена (%)	37,6	7,0	<0,0001
Гликемия натощак (ммМ)	5,77±2,21	4,52±0,63	<0,0001
Избыточная масса тела (%)	98,8	93,0	0,0605
Ожирение ($ИК \geq 30,0$ кг/м ²)	69,4	47,7	0,0064
Индекс Кетле (кг/м ²)	32,4±4,22	29,6±3,97	<0,0001
Гиперхолестеринемия (%)	64,7	65,1	0,9172
Холестеринемия натощак (ммМ)	5,77±1,20	5,52±1,03	0,1845
Нарушения пуринового обмена (%)	27,8	27,5	0,8980
Урикемия натощак (мкМ)	359±76,1	357±99,8	0,9860
Частота ДВЖТ (%)	88,2	88,4	0,8336
Индекс висцерального ожирения (у.е.)	3,00±2,22	2,18±1,36	0,0071
Индекс инсулинорезистентности (у.е.)	5,00±2,08	1,80±0,51	<0,0001

В группе мужчин с наличием ИР только два основных (АО и НУО) компонента МС встречались достоверно чаще, а абсолютные значения характеризующих их показателей (величина ОТ и уровень гликемии) были выше, чем в группе мужчин с нормальной чувствительностью к инсулину. Средняя величина ИК также была выше у мужчин с ИР по сравнению с мужчинами без ИР, но по частоте встречаемости ИМТ данные группы не различались. Однако ожирение ($ИК \geq 30,0$ кг/м²) имело место достоверно чаще в группе мужчин с ИР по сравнению с мужчинами с нормальной чувствительностью к инсулину.

Как видно из таблицы 1, среднее значение ИВО было выше у мужчин с ИР по сравнению с мужчинами без ИР, хотя частота встречаемости ДВЖТ от наличия ИР не зависела. Последнее, возможно, обусловлено особенностями критериев формирования данной выборки, в результате которых ДВЖТ в ней имела место в 88,4 % случаев.

В результате корреляционного анализа было обнаружено 24 достоверные ($p < 0,05$) связи параметров ИР с показателями, характеризующими МС и его компоненты, в том числе 13 связей со всеми пятью основными компонентами и 4 связи с двумя дополнительными компонентами МС. Так, для величины индекса НОМА-IR установлены достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи с фактом наличия МС по основным и всем анализируемым компонентам ($r_s = 0,533$ и $r_s = 0,157$ соответственно), с числом основных и всех компонентов, одновременно выявленных у каждого обследованного мужчины ($r_s = 0,545$ и $r_s = 0,479$ соответственно), фактами наличия АО, АГ, ГТГ, ГАХС, НУО и ИМТ ($r_s = 0,476$, $r_s = 0,153$, $r_s = 0,263$, $r_s = 0,194$, $r_s = 0,453$ и $r_s = 0,172$ соответственно), величинами ОТ и ИК ($r_s = 0,478$ и $r_s = 0,431$ соответственно), содержанием ТГ, АХС, глюкозы и ОХС в крови ($r_s = 0,304$, $r_s = 0,173$, $r_s = 0,547$ и $r_s = 0,178$ соответственно). Для ИР установлены достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи с фактом наличия МС по основным компонентам ($r_s = 0,417$), числом основных и числом всех компонентов ($r_s = 0,397$ и $r_s = 0,325$, соответственно), фактами наличия АО и НУО ($r_s = 0,392$ и $r_s = 0,369$ соответственно), величинами ОТ и ИК ($r_s = 0,400$ и $r_s = 0,329$ соответственно), уровнем гликемии ($r_s = 0,489$). Достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи параметров ИР (величины индекса НОМА-IR и факта наличия ИР) были установлены также с величиной ИВО ($r_s = 0,370$ и $r_s = 0,206$ соответственно).

Группы мужчин, образованные по принципу наличия ДВЖТ, также не различались по среднему возрасту. Как видно из таблицы 2, в группе мужчин с наличием ДВЖТ в 10 раз чаще встречался МС, устанавливаемый по основным критериям, и в 1,4 раза чаще – МС, устанавливаемый по всем анализируемым компонентам. Это сопровождалось большим средним числом как основных, так и всех исследуемых компонентов, одновременно присутствующих у каждого обследуемого среди мужчин с ДВЖТ. В группе мужчин с ДВЖТ по сравнению с группой без ДВЖТ только два основных компонента МС (ГТГ и ГАХС) встречались с более высокой частотой, средняя концентрация ТГ в сыворотке крови была закономерно более высокой, а средняя концентрация АХС – более низкой. Также отмечено более высокое среднее содержание МК в сыворотке крови у мужчин с ДВЖТ, чем у мужчин без этого фактора патогенеза МС.

Таблица 2

Частоты встречаемости метаболического синдрома, его основных и дополнительных компонентов, инсулинорезистентности (ИР) (%) и абсолютные значения характеризующих

их показателей ($M \pm SD$) в зависимости от наличия дисфункции висцеральной жировой ткани (ДВЖТ) у мужчин

Показатели, характеризующие метаболический синдром, его компоненты и факторы патогенеза	ДВЖТ есть (n=151)	ДВЖТ нет (n=20)	P
Возраст (лет)	43,3±9,80	40,3±12,07	0,1705
Метаболический синдром по основным компонентам (%)	50,3 (n=76)	5,0 (n=1)	<0,0001
Количество основных компонентов (n)	2,58±1,28	1,35±0,75	<0,0001
Метаболический синдром по всем компонентам (%)	88,1 (n=133)	65,0 (n=13)	0,0160
Количество всех компонентов (n)	4,48±1,65	2,95±1,28	0,0001
Абдоминальное ожирение (%)	50,3 (n=76)	35,0 (n=7)	0,2932
Окружность талии (см)	103,4±11,20	99,5±11,72	0,1147
Артериальная гипертензия (%)	85,4 (n=129)	80,0 (n=16)	0,7610
АД систолическое (мм рт. ст.)	141±16,3	141±14,7	0,9924
АД диастолическое (мм рт. ст.)	89±13,0	84±13,1	0,1313
Гипертриглицеридемия (%)	64,9 (n=98)	5,0 (n=1)	<0,0001
Триглицеридемия натошак (мМ)	2,40±1,41	0,92±0,30	<0,0001
Гипоальфахолестеринемия (%)	33,8 (n=51)	0 (n=0)	<0,0001
Альфахолестеринемия натошак (мМ)	1,21±0,32	1,54±0,36	<0,0001
Нарушение углеводного обмена (%)	23,2 (n=35)	15,0 (n=3)	0,3058
Гликемия натошак (мМ)	5,19±1,81	4,79±0,90	0,4843
Избыточная масса тела (%)	96,0 (n=145)	95,0 (n=19)	0,5883
Ожирение ($ИК \geq 30,0$ кг/м ²)	60,3 (n=91)	45,0 (n=9)	0,2890
Индекс Кетле (кг/м ²)	31,1±4,30	30,1±4,54	0,1738
Гиперхолестеринемия (%)	66,9 (n=101)	50,0 (n=10)	0,2158
Холестеринемия натошак (мМ)	5,69±1,15	5,28±0,82	0,1459
Нарушения пуринового обмена (%)	27,2 (n=41)	15,0 (n=3)	0,1092
Урикемия натошак (мкМ)	363±86,0	327±101,3	0,0305
Частота ИР (%)	49,7 (n=75)	50,0 (n=10)	0,8336
Индекс НОМА-IR (y.e.)	3,47±2,28	2,81±1,35	0,4003
Индекс висцерального ожирения (y.e.)	2,83±1,87	0,78±0,17	<0,0001

Обнаружено 28 достоверных ($p < 0,05$) корреляционных связей параметров ДВЖТ с показателями, характеризующими МС и его компоненты, в том числе 13 связей со всеми пятью основными и 7 связей с тремя дополнительными компонентами МС. Для величины ИВО установлены достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи с фактом наличия МС по основным и всем анализируемым компонентам ($r_s = 0,618$ и $r_s = 0,427$ соответственно), числом основных и всех компонентов, одновременно выявленных у каждого обследованного ($r_s = 0,701$ и $r_s = 0,665$ соответственно), фактами наличия АО, АГ, ГТГ, ГАХС, НУО, ИМТ, ГХС и НПО ($r_s = 0,476$, $r_s = 0,225$, $r_s = 0,734$, $r_s = 0,442$, $r_s = 0,209$, $r_s = 0,194$, $r_s = 0,230$ и $r_s = 0,183$ соответственно), величинами ОТ и ИК ($r_s = 0,478$ и $r_s = 0,322$ соответственно), содержанием ТГ, АХС, глюкозы, ОХС и МК в крови ($r_s = 0,884$, $r_s = -0,506$, $r_s = 0,224$, $r_s = 0,362$ и $r_s = 0,294$

соответственно). Для ДВЖТ установлены достоверные ($p < 0,05$) корреляционные связи с фактом наличия МС по основным и всем компонентам ($r_s = 0,293$ и $r_s = 0,210$ соответственно), числом основных и всех компонентов ($r_s = 0,319$ и $r_s = 0,294$ соответственно), фактами наличия ГТГ и ГАХС ($r_s = 0,390$ и $r_s = 0,237$ соответственно), содержанием ТГ, АХС и МК в крови ($r_s = 0,509$, $r_s = -0,310$ и $r_s = 0,173$ соответственно).

Заключение. На основании представленных данных можно предположить, что у мужчин, имеющих ИМТ, в формировании различных компонентов МС доминирующую роль играют разные факторы патогенеза. В развитии АО, НУО и общей ИМТ доминирующую роль играет ИР, в то время как в развитии ГТГ, ГАХС и НПО – ДВЖТ. Отсутствие тесной взаимосвязи АГ с рассмотренными механизмами, вероятно, обусловлено тем, что в развитии этого основного компонента МС ведущее значение может иметь какой-либо иной фактор патогенеза МС, например, гиперсекреция кортизола [14]. Следовательно, развитие МС может происходить по различным патогенетическим путям с исходным преобладанием одного из механизмов и дальнейшим присоединением модного или нескольких других факторов патогенеза, приводящим к усложнению компонентной структуры МС и усугублению его клинико-метаболических проявлений. Большое число корреляционных связей с дополнительными компонентами МС, выявленных для ДВЖТ, по сравнению с соответствующими показателями для ИР может свидетельствовать о том, что развитие МС с ДВЖТ в качестве дебютного механизма патогенеза ассоциировано с большим числом патологических изменений параметров метаболизма, в силу чего МС при таком варианте формирования, вероятно, будет уже изначально иметь более сложную компонентную структуру и, как следствие, труднее поддаваться коррекции.

Список литературы

1. Бокарев И.Н. Метаболический синдром /И.Н. Бокарев // Клиническая медицина. – 2014. – № 8. – С.71-76.
2. Драпкина О.М., Чапаркина С.О. Взаимосвязь метаболического синдрома, асептического воспаления и дисфункции эндотелия / О.М. Драпкина, С.О. Чапаркина // Российские медицинские вести. – 2007. – Т. 12, № 3. – С.67-75.
3. Клебанова Е.М., Балаболкин М.И., Креминская В.М. Значение жировой ткани и её гормонов в механизмах инсулиновой резистентности и развития сахарного диабета 2-го типа / Е.М. Клебанова, М.И. Балаболкин, В.М. Креминская // Клиническая медицина. – 2007. – № 7. – С. 20-27.

4. Abbasian M., Ebrahimi H., Delvarianzadeh M. et al. Association between serum uric acid (SUA) levels and metabolic syndrome (MetS) components in personnel of Shahroud University of Medical Sciences // *Diabetes & Metab. Syndrome: Clin. Research & Reviews*. – 2016. – Vol. 10, № 3. – P.132-136.
5. Alberti K.G.M.M., Eckel R.H., Grundy S.M. et al. Harmonizing the metabolic syndrome/ A Joint Interim statement of the International Diabetes Federation taskforce on epidemiology and prevention; National Heart, Lung and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity // *Circulation*. – 2009. – Vol.120. – P.1640-1645.
6. Amato M.C., Giordano C. Visceral adiposity index: an indicator of adipose tissue dysfunction // *Int. J. Endocrinol.* – 2014. – Vol. 2014. – 7 p.
7. Barton J.C., Barton J.C., Adams P.C., Acton R.T. Risk factors for insulin resistance, metabolic syndrome, and diabetes in 248 HFE C282Y Homozygotes identified by population screening in the HEIRS Study // *Metab. Syndr. Relat. Disord.* – 2016. – Vol. 14, № 2. – P.94-101.
8. Beltran-Sanchez H., Harhay M.O., Harhay M.M., Mc Elligott S. Prevalence and trends of metabolic syndrome in the adult U.S. population, 1999-2010 // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2013. – Vol. 62, № 8. – P.697–703.
9. Duki Y., Naidoo D.P. Relationship of body anthropometry with cardiovascular risk factors in a random community sample: The Phoenix Lifestyle Project // *Metab. Syndr. Relat. Disord.* – 2016. – Vol.14, №2. – P.102-107.
10. Matthews D., Hosker J., Rudenski A. Homeostatis model assessment: insulin resistance and b-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man // *Diabetologia*. – 1985. – Vol. 28. – P.412-419.
11. Nguyen Q.M., Xu J.H., Chen W. et al. Correlates of age-onset of type 2 diabetes among relatively young black and white adults in a community: the Bogalusa Heart Study // *Diabetes Care*. – 2012. – Vol.35. – P.1341–1346.
12. Reaven G.M. Metabolic Syndrome: pathophysiology and implications for management of cardiovascular disease // *Circulation*. – 2002. – Vol. 106, № 3. – P. 286-288.
13. Ruan H., Dong L.Q. Adiponectin signaling and function in insulin target tissues // *J. Mol. Cell. Biol.* – 2016. – Vol.8, № 2. – P.101-109.
14. Veldhorst M.A., Noppe G., Jongejan M.H. et al. Increased scalp hair cortisol concentrations in obese children // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2014. – Vol.99, №1. – P.285-290.
15. Xiao J., Shen C., Chu M.J. et al. Physical activity and sedentary behavior associated with components of metabolic syndrome among people in rural China // *PLoS One*. – 2016. – Vol.11, № 1. – e0147062.