

Оригинальное исследование
УДК [616.124.2-088.6:616-056.52-053.2](470.61)
<https://doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-2-102-112>

Особенности кардиометаболических нарушений при ожирении на примере детской популяции Ростовской области

О. В. Бочарова^{1,2}, Е. Д. Теплякова², Т. П. Шкурят³, Г. В. Карантыш^{3,4}, Алаа Хашим Абд Али^{3,5}

¹ Детская городская поликлиника №4, Ростов-на-Дону, Россия

² Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия

³ Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

⁴ ООО «Наука», Ростов-на-Дону, Россия

⁵ Технический университет Аль-Фурат Аль-Авсат, Куфа, Ирак

Автор, ответственный за переписку: Ольга Владимировна Бочарова, bocharova.olga.vl@gmail.com

Аннотация. Цель: изучение особенностей липидного профиля у детей и подростков с ожирением в зависимости от наличия инсулинорезистентности, эндотелиальной дисфункции и минимальной диастолической дисфункции левого желудочка. **Материалы и методы:** в обследовании приняли участие 370 пациентов с ожирением от 7 до 17 лет (основная группа) с ИМТ > 30, контрольная группа составила 123 ребенка того же возраста без ожирения. Методы — клинический, параклинический (биохимическое исследование крови, измерение уровня АД, оценка эндотелиальной дисфункции, оценка минимальной диастолической дисфункции). **Результаты:** кардиометаболические нарушения при ожирении в детском и подростковом возрасте сопровождаются в первую очередь гипертриглицеридемией, которая влечёт за собой дальнейшие нарушения липидного профиля. Установлена положительная корреляционная связь между изменением уровня инсулина и триглицеридов у детей и подростков с ожирением и эндотелиальной дисфункцией, а также у пациентов с НОМА IR < 3,2 и сочетании эндотелиальной дисфункции и минимальной дисфункции левого желудочка. **Выводы:** в формировании кардиометаболических нарушений при ожирении в детском и подростковом возрасте важную роль играет гипертриглицеридемия, связанная с высоким уровнем инсулина и способствующая развитию инсулинорезистентности. Исследование характера нарушений липидного спектра и кардиоваскулярной патологии у данных пациентов показывает, что ожирение в этом возрасте чаще сопровождается минимальной диастолической дисфункцией левого желудочка или сочетанием эндотелиальной дисфункции и дисфункцией левого желудочка. Развитие инсулинорезистентности приводит к увеличению сочетанной патологии.

Ключевые слова: ожирение, дети и подростки, эндотелиальная дисфункция, диастолическая дисфункция

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0028

Для цитирования: Бочарова О. В., Теплякова Е. Д., Шкурят Т. П., Карантыш Г. В., Алаа Хашим Абд Али. Особенности кардиометаболических нарушений при ожирении на примере детской популяции Ростовской области. *Медицинский вестник Юга России*. 2022;13(2):102-112. DOI 10.21886/2219-8075-2022-13-2-102-112.

Features of cardiometabolic disorders in obesity on the example of the children's population of the Rostov region

O. V. Bocharova¹, E. D. Tepliyakova², T. P. Shkurat³, G. V. Karantysh^{3,4}, Alaa Hashim Abd Ali^{3,5}

¹ Children's City Hospital No 1, Rostov-on-Don, Russia

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

³ South Federal University, Rostov-on-Don, Russia

⁴ Limited Liability Company «Science», Rostov-on-Don, Russia

⁵ Technical University Al-Furat Al-Awsat, Kufa, Iraq

Corresponding author: Olga V. Bocharova, bocharova.olga.vl@gmail.com

Abstract. Objective: to study the features of the blood lipid profile in obese children and adolescents, depending on the presence of insulin resistance, endothelial dysfunction and minimal diastolic dysfunction of the left ventricle. **Materials and methods:** the study involved 370 obese children and adolescents from 7 to 17 years of age (the main group) with a body mass index BMI > 30, the control group consisted of 123 children of the same age without obesity. Methods: clinical, paraclinical (biochemical blood test, blood pressure measurement, functional diagnosis of endothelial dysfunction, assessment of minimal diastolic dysfunction). **Results:** cardiometabolic disorders in obesity in childhood and adolescence are accompanied, first of all, by hypertriglyceridemia, which entails further violations of the lipid profile. There was also a positive correlation between changes in insulin and triglyceride levels in children and adolescents with obesity and endothelial dysfunction, as well as in

patients with HOMA IR 3.2 and a combination of endothelial dysfunction and minimal dysfunction. **Conclusions:** based on the study of the nature of lipid spectrum disorders in obese children and adolescents and the presence of signs of endothelial dysfunction and/or minimal left ventricular dysfunction, it was concluded that obesity at this age is more often accompanied by minimal left ventricular diastolic dysfunction or a combination of endothelial dysfunction and left ventricular dysfunction. The development of insulin resistance leads to an increase in the combined pathology (ED and MDLJ). Hypertriglyceridemia, which is associated with high levels of insulin and presumably determines the development of insulin resistance, plays an important role in the development of cardiometabolic disorders in obesity in childhood and adolescence.

Keywords: obesity, children and adolescents, endothelial dysfunction, diastolic dysfunction

Financing: The research was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the state assignment in the field of scientific activity No. 0852-2020-0028

For citation: Bocharova O. V., Teplyakova E. D., Shkurat T. P., Karantysh G. V., Alaa Hashim Abd Ali. Features of cardiometabolic disorders in obesity on the example of the children's population of the Rostov region. *Medical Herald of the South of Russia*. 2022;13(2):102-112. DOI 10.21886/2219-8075-2022-13-2-102-112.

Введение

С целью предупреждения сердечно-сосудистых заболеваний у взрослого населения актуальным является выявление их биологических предикторов в детском возрасте. Одним из факторов риска кардиометаболических нарушений является ожирение. Данной проблеме всё больше стали уделять внимание в связи ростом избыточной массы тела и ожирения среди взрослого населения во многих странах, в том числе и в России, где доля лиц, страдающих избыточной массой тела, составляет более 50% [1]. В детской популяции, согласно эпидемиологическим исследованиям, распространённость ожирения достигает 10% [2,3].

Генетическая предрасположенность к ожирению в сочетании с другими негативными факторами (стрессы, переизбыток, низкий уровень физических нагрузок и др.) [4] определяют развитие патологических процессов в организме, которые могут уже в детском возрасте приводить к кардиометаболическим нарушениям [5]. Распространённость ожирения и других проявлений метаболического синдрома у детей тесно коррелируют с артериальной гипертензией [6–9], которая сопровождается увеличением фракции выброса левого желудочка, что в результате может приводить к его ремоделированию [10]. Развитию артериальной гипертензии в свою очередь способствует дисфункция эндотелия,

инсулинорезистентность, дислипидемия, ожирение и ряд других факторов [11–13]. Данные факторы риска гипертензии между собой тесно взаимосвязаны. В том числе, нарушение липидного профиля крови является предиктором эндотелиальной дисфункции в результате влияния холестерина липопротеинов низкой плотности на биодоступность NO и активность eNOS [14].

Несмотря на большое количество научных работ в этой области знаний, системных исследований изучения особенностей липидного профиля крови у детей и подростков с ожирением в зависимости от наличия инсулинорезистентности, эндотелиальной дисфункции и минимальной диастолической дисфункции левого желудочка не проводилось, что и явилось целью данной работы.

Цель исследования — изучить особенности липидного профиля у детей и подростков с ожирением в зависимости от наличия инсулинорезистентности, эндотелиальной дисфункции и минимальной диастолической дисфункции левого желудочка.

Материалы и методы

Характеристика обследованных детей и подростков

В соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований

Таблица / Table 1

Критерии разделения на группы, средний возраст и количество обследованных детей и подростков
Criteria for the division into groups, the average age and the number of children and adolescents examined

ИМТ / BMI	Индекс НОМА IR / HOMA IR Index	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of endothelial dysfunction (ED) and/or minimal diastolic dysfunction of the left ventricle (MDLV)	Средний возраст, лет / Average age, years	Количество / number
> 30	> 3,2	ЭД / ED	12,54	15
		МДЛЖ / MDLV	13,63	35
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	11,37	67
		-	12,48	12
	< 3,2	ЭД / ED	13,62	45
		МДЛЖ / MDLV	12,72	85
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	11,32	66
		-	13,56	45
< 20	< 3,2	-	13,11	123

Таблица / Table 2

Значение показателей dСРПВ (%) у обследованных детей и подростков
The value of indicators dPWVP (%) in the examined children and adolescents

ИМТ / BMI	Индекс HOMA IR / HOMA IR Index	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of ED and/or MDLV	dСРПВ, % dPWVP (%)
> 30	> 3,2 (5,63-10,43)	ЭД / ED	7,53±0,91
		МДЛЖ / MDLV	12,8±2,01
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	7,34±1,43
		-	13,92±1,49
	< 3,2 (2,13-3,16)	ЭД / ED	7,42±1,10
		МДЛЖ / MDLV	12,60±1,44
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	7,06±1,20
		-	13,09±1,62
< 20	< 3,2 (1,24-2,76)	-	12,65±1,78

с участием человека» (с изменениями 2000 г.), а также «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (утверждены приказом Минздрава России от 19 июня 2003 г. № 266) все исследования проведены при информированном согласии обследованных пациентов.

Одномоментное (поперечное) исследование проведено на базе МБУЗ «Детская городская поликлиника № 4 г. Ростова-на-Дону» за период 2018–2020 гг. В обследовании приняли участие 370 детей и подростков с ожирением от 7 до 17 лет (основная группа) с индексом массы тела (ИМТ) > 30, а также 123 ребенка того же возраста без ожирения (ИМТ < 20), соответствующие >75-процентному перцентилю в зависимости от пола и возраста (табл. 1). Детей и подростков основной группы делили на подгруппы по критерию инсулинорезистентности (на основании расчета Индекса HOMA IR), а также наличию признаков эндотелиальной дисфункции (ЭД) и/или минимальной диастолической дисфункции левого желудочка (МДЛЖ).

Индекс массы тела рассчитывали путем деления значения массы тела (кг) на квадрат роста (м²). Массу тела измеряли с использованием медицинских весов, рост – с использованием ростомера. Для верификации индекса массы тела использовали процентильные таблицы соотношения возрастно-половых значений и ИМТ.

Метод функциональной диагностики эндотелиальной дисфункции

Оценку эндотелиального механизма регуляции сосудистого тонуса проводили путем выполнения пробы реактивной гиперемии плечевой артерии (по методу D. Celermajer). Реактивную гиперемию моделировали манжеточной окклюзией плечевой артерии на 3 минуты. Оценку вазодилатации проводили ультразвуковым линейным датчиком 12 МГц на УЗ-сканере Philips Affinity 50. О сохраненной сосудодвигательной функции эндотелия судили на основании прироста

диаметра плечевой артерии (dСРПВ, %) в ответ на компрессию на 10% и более, прирост данного показателя на значение менее 10% свидетельствовал о дисфункции эндотелия. Результаты обследования данным методом представлены в табл. 2.

Метод функциональной диагностики минимальной диастолической дисфункции левого желудочка

Оценку минимальной диастолической дисфункции проводили с помощью трансторакальной доплерографической эхокардиографии с измерением доплерографического показателя В (Е-Еа). На ультразвуковом сканере Philips Affinity 50 при помощи кардиального датчика с диапазоном частот 2–4 МГц проводили трансторакальную доплерографическую эхокардиографию с измерением доплерографического показателя В (Е-Еа), оценивали мс-временной интервал между началом пика раннего диастолического наполнения левого желудочка (ЛЖ) (Е) и пика высокоамплитудных отраженных сигналов движения, соответствующий раннему диастолическому наполнению ЛЖ (Еа) (Нелсов Н.Ю. и др., 2012) (табл. 3).

Биохимические методы

Биохимические показатели определяли в сыворотке крови, взятой утром натощак, через 12–14 часов голодания.

У обследованных детей и подростков проводили изучение липидного профиля сыворотки крови, включающее определение уровня общего холестерина (Хс), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХсЛПВП), липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) и липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП), а также уровня глюкозы с помощью наборов реактивов производства АО «Вектор Бест» (Россия). Для количественной оценки липидного профиля и уровня глюкозы в крови применяли биохимический анализатор «Miura» (Италия). Уровень

Таблица / Table 3

Значение показателей В(Е-Еа) у обследованных детей и подростков
The value of indicators B (E-Ea) in the examined children and adolescents

ИМТ / BMI	Индекс HOMA IR / HOMA IR Index	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of ED and/or MDLV	В(Е-Еа),мс / B(E-Ea), msec
> 30	> 3,2 (5,63-10,43)	ЭД / ED	24,73±1,28
		МДЛЖ / MDLV	31,45±5,21
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	31,59±3,91
		-	24,17±1,34
	< 3,2 (2,13-3,16)	ЭД / ED	24,95±3,76
		МДЛЖ / MDLV	31,27±3,49
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	31,53±3,82
		-	24,87±1,50
< 20	< 3,2 (1,24-2,76)	-	25,09±1,32

Таблица / Table 4

Уровень инсулина в разных группах обследованных детей и подростков
The level of insulin in different groups of examined children and adolescents

ИМТ / BMI	Индекс HOMA IR / HOMA IR Index Me (25-75%)	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of ED and/or MDLV	Уровень инсулина мкМЕ/мл / Insulin level μ IU/ml
> 30	> 3,2 7,47 (5,63-10,43)	ЭД / ED	36,16±7,09 p<0,0001*
		МДЛЖ / MDLV	34,97±10,96 p<0,0001*
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	38,78±13,93 p<0,0001*
		-	38,23±12,46 p<0,0001*
	< 3,2 2,76 (2,13-3,16)	ЭД / ED	15,36±5,40
		МДЛЖ / MDLV	14,46±5,05
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	15,62±5,40
		-	14,71±5,30
< 20	< 3,2 (1,24-2,76)	-	14,15±5,48

Примечание. * уровень достоверности отличий показателей указан относительно значений в группе детей с ИМТ < 20.
Note. * the level of significance of differences in indicators is indicated relative to the values in the group of children with BMI < 20.

глюкозы у всех обследованных был в пределах нормы: дети и подростки с инсулинорезистентностью находились на контролирующей уровень глюкозы терапии.

Исследование содержания инсулина проводили методом иммуноферментного анализа с использованием полуавтоматического анализатора Infinite F50 (TescanAustriaGmbH, Австрия) и наборов реактивов производства DRG (Германия). Ниже представлены результаты исследования содержания инсулина в

сыворотке крови обследованных детей и подростков и расчетные значения Индекса HOMA IR (табл. 4).

Статистическая обработка результатов

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 10.10. При параметрическом распределении расчетные данные представлены в виде средней арифметической и среднеквадратичного отклонения ($M \pm \sigma$), при непараметрическом

распределении — в виде медианы и интерквартильного размаха (Ме; 25-75%). Для установления взаимосвязи между уровнем инсулина и показателями липидного спектра применяли ранговый коэффициент корреляции Спирмена. При оценке достоверности различий использовали уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты

Показатели липидного спектра у обследованных детей и подростков представлены в табл. 5–6.

При проведении анализа установлено, что в крови у обследованных пациентов с ожирением, без признаков дисфункции эндотелия и/или минимальной диастолической дисфункции левого желудочка и Индексом НОМА IR $> 3,2$ был повышен уровень ХС ЛПВП, ТГ соответственно на 34% ($p < 0,001$) и 30% ($p < 0,05$), а также снижено содержание ЛПНП на 33% (0,001) и КА — на 32% ($p < 0,001$). Тогда как у детей и подростков при значении НОМА IR $< 3,2$ с аналогичным анамнезом наблюдали повышенное содержание ХЛ ЛПВП на 12% ($p < 0,05$) и снижение ЛПНП на 12% ($p < 0,05$), ЛПОНП — на 20% ($p < 0,05$).

У детей и подростков с ИМТ > 30 с эндотелиальной дисфункцией наблюдали повышение уровня ЛПОНП и ТГ на 27% ($p < 0,05$) и 49% ($p < 0,0001$) при значении

НОМА IR $> 3,2$, а при НОМА IR $< 3,2$ — на 17% ($p < 0,05$) и 31% ($p < 0,001$) соответственно относительно контрольной группы. Также у детей и подростков с ожирением, инсулинорезистентностью и эндотелиальной дисфункцией выявлено снижение уровня ЛПНП на 39% ($p < 0,001$) относительно контрольных значений.

Нарушение липидного спектра у детей и подростков при минимальной дисфункции левого желудочка и значении Индекса НОМА IR $> 3,2$ установлено возрастание уровня ЛПОНП на 66% ($p < 0,0001$), ТГ на — 75% ($p < 0,001$) и КА — на 30% ($p < 0,0001$), а при значении $< 3,2$ — повышение уровня ХС ЛПВП на 13% ($p < 0,001$) относительно контрольной группы.

При сочетании признаков эндотелиальной дисфункции и минимальной диастолической дисфункции у детей и подростков с ожирением было выявлено следующие значения ХС ЛПВП на 15% ($p < 0,0001$), а также повышение ЛПОНВ на 85% ($p < 0,0001$) и ТГ — на 101% ($p < 0,0001$), что отразилось на возрастании КА на 65% ($p < 0,0001$) относительно контрольных значений. У добровольцев с НОМА IR $< 3,2$ уровень ЛПНП, ЛПОНП, ТГ и КА был выше соответственно на 19% ($p < 0,001$), 49% ($p < 0,0001$), 59% ($p < 0,0001$) и 68% ($p < 0,0001$) относительно контрольных значений.

Таблица / Table 5

Показатели общего холестерина (ХС общ., ммоль/л), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП, ммоль/л), липопротеинов низкой (ЛПНП, ммоль/л) и очень низкой плотности (ЛПОНП, ммоль/л) у детей и подростков с разным ИМТ и Индексом НОМА IR
Indicators of total cholesterol (total cholesterol, mmol/L), high-density lipoprotein cholesterol (HDL, mmol/L), low-density lipoprotein (LDL, mmol/L) and very low-density lipoprotein (VLDL, mmol/L) in children and adolescents with different BMI and HOMA IR Index

ИМТ / BMI	Индекс НОМА IR / HOMA IR Index	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of ED and/or MDLV	ХС общ., ммоль/л / total cholesterol, mmol/L	ХС ЛПВП, ммоль/л / HDL, mmol/L	ЛПНП, ммоль/л / LDL, mmol/L	ЛПОНП, ммоль/л / VLDL, mmol/L
> 30	> 3,2	-	3,63±0,82	1,76±0,49* p<0,0001	1,43±0,46* p<0,001	0,51±0,20
		ЭД / ED	3,48±0,69	1,43±0,30	1,54±0,37* p<0,001	0,52±0,16* p<0,05
		МДЛЖ / MDLV	3,88±0,66	1,26±0,25	1,97±0,42	0,68±0,25* p<0,0001
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	3,92±0,63	1,09±0,23* p<0,0001	2,13±0,55	0,76±0,32* p<0,0001
	< 3,2	-	3,61±0,68	1,45±0,27* p<0,01	1,88±0,54* p<0,05	0,33±0,10* p<0,05
		ЭД / ED	3,78±0,72	1,41±0,35	1,91±0,60	0,48±0,19* p<0,05
		МДЛЖ / MDLV	3,83±0,68	1,46±0,31* p<0,001	1,98±0,53	0,46±0,19
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	4,29±1,04	1,19±0,36	2,54±0,77* p<0,001	0,61±0,21* p<0,0001
< 20	< 3,2	-	3,80±0,71	1,29±0,31	2,13±0,58	0,41±0,18

Примечание. * указаны значимые отличия показателей относительно значений в контрольной группе (при $p < 0,05$).
Note. * significant differences in indicators relative to the values in the control group are indicated (with $p < 0,05$).

Таблица / Table 6

Показатели триглицеридов (ТГ общ., ммоль/л) и коэффициента атерогенности (КА, усл.ед.) у детей и подростков с разным ИМТ и Индексом НОМА IR
Indicators of triglycerides (THC, mmol/L) and atherogenicity coefficient (CA, conv. units) in children and adolescents with different BMI and HOMA IR Index

ИМТ / BMI	Индекс НОМА IR / HOMA IR Index	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of ED and/or MDLV	ТГ, ммоль/л / THC, mmol/L	КА / CA, conv. units
> 30	> 3,2	-	0,92±0,32* p<0,05	1,12±0,48* p<0,001
		ЭД / ED	1,06±0,33* p<0,0001	1,46±0,25
		МДЛЖ / MDLV	1,24±0,54* p<0,0001	2,14±0,44* p<0,0001
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	1,43±0,64* p<0,0001	2,73±0,81* p<0,0001
	< 3,2	-	0,67±0,23	1,55±0,42
		ЭД / ED	0,93±0,36* p<0,001	1,76±0,52
		МДЛЖ / MDLV	0,81±0,32	1,68±0,45
		ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	1,13±0,49* p<0,0001	2,77±0,75* p<0,0001
< 20	< 3,2	-	0,71±0,28	1,65±0,46

Примечание. * указаны значимые отличия показателей относительно значений в контрольной группе (при $p < 0,05$).
Note. * significant differences in indicators relative to the values in the control group are indicated (with $p < 0,05$).

При проведении корреляционного анализа, направленного на выявление взаимосвязи уровня инсулина с показателями липидного профиля, была установлена высокая положительная связь изменения уровня инсулина с содержанием общего холестерина, холестерина ЛПВП и триглицеридов у обследуемых с Индексом НОМА IR > 3,2 и признаками эндотелиальной дисфункции. У детей и подростков с ожирением, Индексом НОМА IR < 3,2 и признаками эндотелиальной дисфункции установлена отрицательная связь между уровнем инсулина и ЛПНП, а также положительная связь между изменением уровня инсулина и содержанием триглицеридов (табл. 7).

Отрицательные корреляционные связи также установлены между изменением уровня инсулина и показателями липидного профиля: общим холестерином и ЛПНП у детей и подростков с Индексом НОМА IR < 3,2 и минимальной дисфункцией левого желудочка. При сочетании эндотелиальной дисфункции и минимальной дисфункции у обследованных пациентов с Индексом НОМА IR < 3,2 выявлены отрицательные связи изменения уровня инсулина с содержанием общего холестерина и липопротеинов низкой плотности, а также положительные корреляционные связи между уровнем инсулина и содержанием ЛПОНП и триглицеридов.

Полученные результаты свидетельствуют о различии механизмов регуляции липидного профиля в крови при ожирении у детей и подростков в зависимости от степени и характера кардиометаболических нарушений (наличия инсулинорезистентности, признаков

эндотелиальной дисфункции и/или минимальной диастолической дисфункции).

Отсутствие взаимосвязей между уровнем инсулина и показателями липидного профиля в группах с ожирением и НОМА IR > 3,2 (без признаков эндотелиальной дисфункции и минимальной диастолической дисфункции, а также при сочетании этих двух признаков сердечно-сосудистых нарушений) может быть результатом малой выборки, представленной для анализа. В связи с этим актуальным является продолжение изучения данной проблемы.

Обсуждение

Ожирение в детском и подростковом возрасте является проблемой современного здравоохранения, поскольку повышает риск сердечно-сосудистых заболеваний и снижения продолжительности жизни [15, 16]. Несмотря на то, что тяжелые сердечно-сосудистые заболевания у детей встречаются редко, ранние их признаки описаны у детей с ожирением и избыточной массой тела [17]. Рассматривая данный вопрос в литературе основное внимание уделяется ремоделированию (продольной и окружной деформации) и дисфункции левого желудочка [18, 19], а также эндотелиальной дисфункции у детей с избыточной массой тела и ожирением [20]. Имеются данные о нарушении сократительной функции сердца, предшествующей клиническим проявлениям дисфункции левого желудочка, у детей с ожирением [19, 21, 22].

Механизмы, лежащие в основе кардиометаболических нарушений у детей и подростков с ожирением,

Таблица / Table 7

Показатели общего холестерина (ХС общ., ммоль/л), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП, ммоль/л), липопротеинов низкой (ЛПНП, ммоль/л) и очень низкой плотности (ЛПОНП, ммоль/л) у детей и подростков с разным ИМТ и Индексом НОМА IR

Indicators of total cholesterol (total cholesterol, mmol/L), high-density lipoprotein cholesterol (HDL, mmol/L), low-density lipoprotein (LDL, mmol/L) and very low-density lipoprotein (VLDL, mmol/l) in children and adolescents with different BMI and HOMA IR Index

Индекс НОМА IR / НОМА IR Index	Признаки ЭД и/или МДЛЖ / signs of ED and/or MDLV	ХС общ., ммоль/л / total cholesterol, mmol/L	ХС ЛПВП, ммоль/л / HDL, mmol/L	ЛПНП, ммоль/л / LDL, mmol/L	ЛПОНП, ммоль/л VLDL, mmol/l	ТГ, ммоль/л / THC, mmol/L	КА / CA, conv. units
> 3,2	-	0,5	0,36	0,46 p<0,1	0,38	0,38	0,20
	ЭД / ED	0,47* p<0,001	0,38* p<0,01	0,23	0,24	0,34* p<0,01	0,002
	МДЛЖ / MDLV	0,07	0,22 p<0,1	0,06	-0,13	-0,08	-0,13
	ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	-0,17	0,02	-0,35	0,42	-0,38	-0,22
< 3,2	-	-0,10	-0,18	0,06	0,02	0,04	0,14
	ЭД / ED	-0,01	-0,08	-0,24* p<0,05	0,17 p<0,1	0,38* p<0,0001	0,001
	МДЛЖ / MDLV	-0,25* p<0,05	-0,08	-0,25* p<0,05	-0,13	-0,13	-0,21 p<0,1
	ЭД и МДЛЖ / ED and MDLV	-0,31* p<0,05	-0,05	-0,35* p<0,05	0,58* p<0,0001	0,49* p<0,001	-0,20
< 3,2	-	-0,03	-0,008	-0,14	0,29* p<0,0001	0,18* p<0,05	-0,03

Примечание. * указаны значимые корреляционные связи между показателями (при $p < 0,05$).

Note. * significant correlations between indicators are indicated (at $p < 0.05$).

недостаточно исследованы. В качестве основного фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний в этом возрасте называют гипертонию [23–26], которая провоцирует развитие диастолической дисфункции левого желудочка. Кроме того, ожирение напрямую связано с активацией симпатической и ренин-ангиотензин-альдостероновой системой, синтезом биологически активных веществ, способствующих росту миокарда, метаболическим нарушениям, сопровождающих ожирение, которые, в свою очередь обеспечивают условия для повышения нагрузки для работы сердца за счет увеличения склерозирования сосудов [27].

В данной работе был проведен анализ липидного профиля у детей и подростков с ожирением, но с разным индексом инсулинорезистентности (НОМА IR), а также признаками эндотелиальной дисфункции и/или минимальной диастолической дисфункции левого желудочка. Из 129 обследованных за период 2018–2020 гг. на базе детской поликлиники детей и подростков с ожирением и инсулинорезистентностью у 15 (12%) выявлены признаки эндотелиальной дисфункции, у 35 (27%) — признаки минимальной дисфункции

левого желудочка, у 67 (52%) — признаки эндотелиальной дисфункции и минимальной диастолической дисфункции левого желудочка, а у 12 (9%) обследованных этих признаков не было обнаружено. То есть большинство детей и подростков с ожирением и инсулинорезистентностью имели признаки ЭД или сочетание ЭД и МДЛЖ.

Распределение пациентов с ожирением, но индексом инсулинорезистентности ниже значения 3,2, было сходным: 35% детей и подростков имели признаки МДЛЖ и 27% — с сочетанием признаков ЭД и МДЛЖ. У остальных были признаки либо эндотелиальной дисфункции (18%), либо отсутствие обоих признаков сердечно-сосудистых нарушений (18%). Можно предположить, что при ожирении в детском и подростковом возрасте повышается, в первую очередь риск развития МДЛЖ или сочетания данной патологии с эндотелиальной дисфункцией. Причём с развитием инсулинорезистентности повышается риск сочетанной патологии. В связи с этим важным является выявление предикторов сердечно-сосудистых нарушений при ожирении в детском и подростковом возрасте.

При проведении исследования липидного профиля повышенное содержание триглицеридов было установлено у всех детей и подростков с ожирением и индексом инсулинорезистентности $< 3,2$ вне зависимости от наличия признаков ЭД и/или МДЛЖ, а также в группе с ожирением и индексом инсулинорезистентности $< 3,2$ — только у имеющих признаки ЭД, в том числе в сочетании с МДЛЖ. В то же время повышение уровня ЛПНП, что в настоящее время ассоциируют с высоким риском сердечно-сосудистых заболеваний [28, 29], установлено только у пациентов с ожирением с индексом инсулинорезистентности $< 3,2$ и сочетанием ЭД и МДЛЖ. Однако появились сообщения о том, что с этим риском повышение уровня ЛПНП может и не быть связано, а определяет его повышение в крови уровня триглицеридов [30–32]. Гипертриглицеридемия часто сопровождается дальнейшими нарушениями липидного профиля, включая увеличение уровня липопротеинов очень низкой плотности, а также снижение содержания ХС ЛПВП [33]. Действительно, в большинстве подгрупп обследуемых с ожирением отмечен повышенный уровень ЛПОНП, за исключением не имеющих признаков ЭД и/или МДЛЖ, а также группы пациентов с МДЛЖ с индексом инсулинорезистентности $< 3,2$.

На основании проведённого исследования можно предположить, что кардиометаболические нарушения при ожирении в детском и подростковом возрасте сопровождаются, в первую очередь гипертриглицеридемией, которая влечёт за собой дальнейшие нарушения липидного профиля. Было также установлена положительная корреляционная связь между изменением уровня инсулина и триглицеридов у детей и подростков с ожирением и эндотелиальной дисфункцией, а также у пациентов с НОМА IR $< 3,2$ и сочетании

эндотелиальной дисфункции и минимальной дисфункции. Хотя связь между этими патогенетическими факторами была признана давно [34, 35], до сих пор остается не до конца исследованным вопрос, какой из этих факторов является триггерным в развитии кардиометаболических нарушений, либо их влияние носит двупольный характер [36, 37]. Лишь в одном исследовании было показано, что повышение уровней триглицеридов и ХС ЛПВП способствуют повышению уровня инсулина, что предполагает потенциальную роль этих показателей липидного обмена в развитии инсулинорезистентности [38].

Однако необходимы дальнейшие исследования данного вопроса для уточнения механизмов, лежащих в основе разных вариантов дислипидемий при эндотелиальной дисфункции и минимальной дисфункции левого желудочка у детей и подростков с ожирением.

Заключение

Таким образом на основании проведённого исследования характера нарушения липидного спектра у детей и подростков с ожирением и наличием признаков эндотелиальной дисфункции и/или минимальной дисфункции левого желудочка можно сделать заключение о том, что ожирение в этом возрасте чаще сопровождается минимальной диастолической дисфункцией левого желудочка или сочетанием эндотелиальной дисфункции и дисфункцией левого желудочка. Развитие инсулинорезистентности приводит к увеличению сочетанной патологии (ЭД и МДЛЖ). В развитии кардиометаболических нарушений при ожирении в детском и подростковом возрасте важную роль играет гипертриглицеридемия, которая связана с высоким уровнем инсулина и предположительно определяет развитие инсулинорезистентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпушкина А.В., Панкратова М.С. Стратегия профилактики ожирения среди детей школьного возраста (обзор литературы). *Проблемы эндокринологии*. 2016;62(2):52-60. DOI: 10.14341/probl201662252-60
2. Шадрин С.А., Статова А.В., Привалова Т.Е. Ожирение у детей. *Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum*. 2013;(4):37-40. eLIBRARY ID: 21191343
3. Malievsky OA, Maslova NG. The prevalence of obesity and overweight in children and adolescents. In: Predictive medicine to improve the care of children. Abstracts of the 9th Joint Meeting of Paediatric Endocrinology, ESPE-PES-APEG-APPES-ASPAAE-JSPE-SLEP. Milan, Italy. September 19-22, 2013. *Horm Res Paediatr*. 2013;80 Suppl 1:1-489. DOI: 10.1159/000354131
4. Gillman MW, Ludwig DS. How early should obesity prevention start? *N Engl J Med*. 2013;369(23):2173-5. DOI: 10.1056/NEJMp1310577
5. Li Y, Zou Z, Luo J, Ma J, Ma Y, et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS One*. 2020;15(1):e0227954. DOI: 10.1371/journal.pone.0227954

REFERENCES

1. Karpushkina A.V., Pankratova M.S. Strategy for obesity prevention among school-age children (literature review). *Problems of Endocrinology*. 2016;62(2):52-60. (In Russ.) DOI: 10.14341/probl201662252-60
2. Shadrin S.A., Statova A.V., Privalova T.E. Ozhirenie u detej. *Pediatrija. Prilozhenie k zhurnalu Sonsilium Medicum*. 2013;(4):37-40. (In Russ.) eLIBRARY ID: 21191343
3. Malievsky OA, Maslova NG. The prevalence of obesity and overweight in children and adolescents. In: Predictive medicine to improve the care of children. Abstracts of the 9th Joint Meeting of Paediatric Endocrinology, ESPE-PES-APEG-APPES-ASPAAE-JSPE-SLEP. Milan, Italy. September 19-22, 2013. *Horm Res Paediatr*. 2013;80 Suppl 1:1-489. DOI: 10.1159/000354131
4. Gillman MW, Ludwig DS. How early should obesity prevention start? *N Engl J Med*. 2013;369(23):2173-5. DOI: 10.1056/NEJMp1310577
5. Li Y, Zou Z, Luo J, Ma J, Ma Y, et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS One*. 2020;15(1):e0227954. DOI: 10.1371/journal.pone.0227954

6. Плотникова И.В., Суслова Т.Е., Свинцова Л.И., Джаффарова О.Ю., Лугачева Ю.Г. Нарушения липидного спектра в рамках метаболического синдрома на разных этапах формирования эссенциальной артериальной гипертензии в подростковом возрасте. *Сибирский медицинский журнал*. 2016;31(4):30-34. eLIBRARY ID: 28849036
7. Стародубова А.В., Кисляк О.А. Ожирение как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний. *Фарматека*. 2015;17(310):28-35. eLIBRARY ID: 24825128
8. Трушкина И.В., Леонтьева И.В. Состояние сердечно-сосудистой системы у детей и подростков с ожирением и артериальной гипертензией. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2011;56(4):47-56. eLIBRARY ID: 16752718
9. Kalantari S, Khalili D, Asgari S, Fahimfar N, Hadaegh F, et al. Predictors of early adulthood hypertension during adolescence: a population-based cohort study. *BMC Public Health*. 2017;17(1):915. DOI: 10.1186/s12889-017-4922-3
10. Radulescu D, Stoicescu L, Buzdugan E, Donca V. Patterns of left ventricular remodeling among patients with essential and secondary hypertension. *Rev Med Chil*. 2013;141(12):1520-7. DOI: 10.4067/S0034-98872013001200004
11. Афлятумова Г.Н., Садыкова Д.И., Нигматуллина Р.Р., Чибирева М.Д. Характер нарушения функции эндотелия при эссенциальной артериальной гипертензии у подростков (клинико-экспериментальное исследование). *Артериальная гипертензия*. 2017;23(2):131-140. DOI: 10.18705/1607-419X-2017-23-2-131-140
12. Яковлева Л.В., Зейд С.С., Идрисова Г.Р. Распространенность повышенного артериального давления у детей подросткового возраста в г. Уфа. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2016;61(3):220. eLIBRARY ID: 26230072
13. Gonçalves VS, Galvão TF, de Andrade KR, Dutra ES, Bertolin MN, de Carvalho KM, Pereira MG. Prevalence of hypertension among adolescents: systematic review and meta-analysis. *Rev Saude Publica*. 2016;50:27. DOI: 10.1590/S1518-8787.2016050006236
14. Toth PP. Activation of intracellular signaling systems by high-density lipoproteins. *Journal of Clinical Lipidology*. 2010;4(5):376-381. DOI: 10.1016/j.jacl.2010.08.011.
15. Ogden CL, Carroll MD, Lawman HG, Fryar CD, Kruszon-Moran D, et al. Trends in Obesity Prevalence Among Children and Adolescents in the United States, 1988-1994 Through 2013-2014. *JAMA*. 2016;315(21):2292-9. DOI: 10.1001/jama.2016.6361
16. Twig G, Yaniv G, Levine H, Leiba A, Goldberger N, et al. Body-Mass Index in 2.3 Million Adolescents and Cardiovascular Death in Adulthood. *N Engl J Med*. 2016;374(25):2430-40. DOI: 10.1056/NEJMoa1503840
17. Barbosa JA, Mota CC, Simões E Silva AC, Nunes Mdo C, Barbosa MM. Assessing pre-clinical ventricular dysfunction in obese children and adolescents: the value of speckle tracking imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(9):882-9. DOI: 10.1093/ehjci/jes294
18. Di Salvo G, Pacileo G, Del Giudice EM, Natale F, Limongelli G, et al. Abnormal myocardial deformation properties in obese, non-hypertensive children: an ambulatory blood pressure monitoring, standard echocardiographic, and strain rate imaging study. *Eur Heart J*. 2006;27(22):2689-95. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl163
19. Jing L, Binkley CM, Suever JD, Umasankar N, Haggerty CM, et al. Cardiac remodeling and dysfunction in childhood obesity: a cardiovascular magnetic resonance study. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2016;18(1):28. DOI: 10.1186/s12968-016-0247-0
6. Plotnikova I.V., Suslova T.E., Svintsova L.I., Dzhaifarova O.Yu., Lugacheva Yu.G. Blood lipids disorders in the presence of metabolic syndrome at different stages of essential arterial hypertension in teenagers. *The siberian medical journal*. 2016;31(4):30-34. (In Russ.). eLIBRARY ID: 28849036
7. Starodubova A.V. Kisljak O.A. Ozhirenie kak faktor riska serdechno-sosudistyh zabolevanij. *Farmateka*. 2015;17(310):28-35. (In Russ.). eLIBRARY ID: 24825128
8. Trushkina I.V., Leontyeva I.V. The cardiovascular system in children with obesity and arterial hypertension. *Russian bulletin of perinatology and pediatrics*. 2011;56(4):47-56. (In Russ.). eLIBRARY ID: 16752718
9. Kalantari S, Khalili D, Asgari S, Fahimfar N, Hadaegh F, et al. Predictors of early adulthood hypertension during adolescence: a population-based cohort study. *BMC Public Health*. 2017;17(1):915. DOI: 10.1186/s12889-017-4922-3
10. Radulescu D, Stoicescu L, Buzdugan E, Donca V. Patterns of left ventricular remodeling among patients with essential and secondary hypertension. *Rev Med Chil*. 2013;141(12):1520-7. DOI: 10.4067/S0034-98872013001200004
11. Aflyatumova G.N., Sadykova D.I., Nigmatullina R.R., Chibireva M.D. Endothelial dysfunction in essential hypertension in adolescents (clinical and experimental study). *«Arterial'naya Gipertenziya» («Arterial Hypertension»)*. 2017;23(2):131-140. (In Russ.) DOI: 10.18705/1607-419X-2017-23-2-131-140
12. Jakovleva L.V., Zejd S.S., Idrisova G.R. Rasprostranennost' povyshennogo arterial'nogo davlenija u detej podrostkovogo vozrasta v g. Ufa. *Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii*. 2016;61(3):220. (In Russ.). eLIBRARY ID: 26230072
13. Gonçalves VS, Galvão TF, de Andrade KR, Dutra ES, Bertolin MN, de Carvalho KM, Pereira MG. Prevalence of hypertension among adolescents: systematic review and meta-analysis. *Rev Saude Publica*. 2016;50:27. DOI: 10.1590/S1518-8787.2016050006236
14. Toth PP. Activation of intracellular signaling systems by high-density lipoproteins. *Journal of Clinical Lipidology*. 2010;4(5):376-381. DOI: 10.1016/j.jacl.2010.08.011.
15. Ogden CL, Carroll MD, Lawman HG, Fryar CD, Kruszon-Moran D, et al. Trends in Obesity Prevalence Among Children and Adolescents in the United States, 1988-1994 Through 2013-2014. *JAMA*. 2016;315(21):2292-9. DOI: 10.1001/jama.2016.6361
16. Twig G, Yaniv G, Levine H, Leiba A, Goldberger N, et al. Body-Mass Index in 2.3 Million Adolescents and Cardiovascular Death in Adulthood. *N Engl J Med*. 2016;374(25):2430-40. DOI: 10.1056/NEJMoa1503840
17. Barbosa JA, Mota CC, Simões E Silva AC, Nunes Mdo C, Barbosa MM. Assessing pre-clinical ventricular dysfunction in obese children and adolescents: the value of speckle tracking imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(9):882-9. DOI: 10.1093/ehjci/jes294
18. Di Salvo G, Pacileo G, Del Giudice EM, Natale F, Limongelli G, et al. Abnormal myocardial deformation properties in obese, non-hypertensive children: an ambulatory blood pressure monitoring, standard echocardiographic, and strain rate imaging study. *Eur Heart J*. 2006;27(22):2689-95. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl163
19. Jing L, Binkley CM, Suever JD, Umasankar N, Haggerty CM, et al. Cardiac remodeling and dysfunction in childhood obesity: a cardiovascular magnetic resonance study. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2016;18(1):28. DOI: 10.1186/s12968-016-0247-0

20. Bruyndonckx L, Hoymans VY, Van Craenenbroeck AH, Vissers DK, Vrints CJ, et al. Assessment of endothelial dysfunction in childhood obesity and clinical use. *Oxid Med Cell Longev*. 2013;2013:174782. DOI: 10.1155/2013/174782
21. Koopman LP, McCrindle BW, Slorach C, Chahal N, Hui W, et al. Interaction between myocardial and vascular changes in obese children: a pilot study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(4):401-410.e1. DOI: 10.1016/j.echo.2011.12.018
22. Saltijeral A, Isla LP, Pérez-Rodríguez O, Rueda S, Fernandez-Golfín C, et al. Early myocardial deformation changes associated to isolated obesity: a study based on 3D-wall motion tracking analysis. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(11):2268-73. DOI: 10.1038/oby.2011.157
23. Jing L, Nevius CD, Friday CM, Suever JD, Pulenthiran A, et al. Ambulatory systolic blood pressure and obesity are independently associated with left ventricular hypertrophic remodeling in children. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017;19(1):86. DOI: 10.1186/s12968-017-0401-3
24. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2 Suppl 4th Report):555-76. PMID: 15286277.
25. Li AQ, Zhao ZY, Zhang LL, Lu FH, Yan ZH, et al. Overweight influence on circadian variations of ambulatory blood pressure in Chinese adolescents. *Clin Exp Hypertens*. 2005;27(2-3):195-201. PMID: 15835382
26. Bliziotis IA, Destounis A, Stergiou GS. Home versus ambulatory and office blood pressure in predicting target organ damage in hypertension: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2012;30(7):1289-99. DOI: 10.1097/HJH.0b013e3283531eaf
27. Schmieder RE. The role of non-haemodynamic factors of the genesis of LVH. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(12):2610-2. DOI: 10.1093/ndt/gfi190
28. Cholesterol Treatment Trialists' (CTT) Collaboration, Fulcher J, O'Connell R, Voysey M, Emberson J, et al. Efficacy and safety of LDL-lowering therapy among men and women: meta-analysis of individual data from 174,000 participants in 27 randomised trials. *Lancet*. 2015;385(9976):1397-405. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61368-4
29. Sampson UK, Fazio S, Linton MF. Residual cardiovascular risk despite optimal LDL cholesterol reduction with statins: the evidence, etiology, and therapeutic challenges. *Curr Atheroscler Rep*. 2012;14(1):1-10. DOI: 10.1007/s11883-011-0219-7
30. Reiner Ž. Hypertriglyceridaemia and risk of coronary artery disease. *Nat Rev Cardiol*. 2017;14(7):401-411. DOI: 10.1038/nrcardio.2017.31
31. Nordestgaard BG, Varbo A. Triglycerides and cardiovascular disease. *Lancet*. 2014;384(9943):626-635. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61177-6
32. Toth PP. Triglyceride-rich lipoproteins as a causal factor for cardiovascular disease. *Vasc Health Risk Manag*. 2016;12:171-83. DOI: 10.2147/VHRM.S104369
33. Rosenson RS, Davidson MH, Hirsh BJ, Kathiresan S, Gaudet D. Genetics and causality of triglyceride-rich lipoproteins in atherosclerotic cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(23):2525-40. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.09.042
34. Giannini C, Santoro N, Caprio S, Kim G, Lartaud D, et al. The triglyceride-to-HDL cholesterol ratio: association with insulin resistance in obese youths of different ethnic backgrounds. *Diabetes Care*. 2011;34(8):1869-74. DOI: 10.2337/dc10-2234
20. Bruyndonckx L, Hoymans VY, Van Craenenbroeck AH, Vissers DK, Vrints CJ, et al. Assessment of endothelial dysfunction in childhood obesity and clinical use. *Oxid Med Cell Longev*. 2013;2013:174782. DOI: 10.1155/2013/174782
21. Koopman LP, McCrindle BW, Slorach C, Chahal N, Hui W, et al. Interaction between myocardial and vascular changes in obese children: a pilot study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(4):401-410.e1. DOI: 10.1016/j.echo.2011.12.018
22. Saltijeral A, Isla LP, Pérez-Rodríguez O, Rueda S, Fernandez-Golfín C, et al. Early myocardial deformation changes associated to isolated obesity: a study based on 3D-wall motion tracking analysis. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(11):2268-73. DOI: 10.1038/oby.2011.157
23. Jing L, Nevius CD, Friday CM, Suever JD, Pulenthiran A, et al. Ambulatory systolic blood pressure and obesity are independently associated with left ventricular hypertrophic remodeling in children. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017;19(1):86. DOI: 10.1186/s12968-017-0401-3
24. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2 Suppl 4th Report):555-76. PMID: 15286277.
25. Li AQ, Zhao ZY, Zhang LL, Lu FH, Yan ZH, et al. Overweight influence on circadian variations of ambulatory blood pressure in Chinese adolescents. *Clin Exp Hypertens*. 2005;27(2-3):195-201. PMID: 15835382
26. Bliziotis IA, Destounis A, Stergiou GS. Home versus ambulatory and office blood pressure in predicting target organ damage in hypertension: a systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*. 2012;30(7):1289-99. DOI: 10.1097/HJH.0b013e3283531eaf
27. Schmieder RE. The role of non-haemodynamic factors of the genesis of LVH. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(12):2610-2. DOI: 10.1093/ndt/gfi190
28. Cholesterol Treatment Trialists' (CTT) Collaboration, Fulcher J, O'Connell R, Voysey M, Emberson J, et al. Efficacy and safety of LDL-lowering therapy among men and women: meta-analysis of individual data from 174,000 participants in 27 randomised trials. *Lancet*. 2015;385(9976):1397-405. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61368-4
29. Sampson UK, Fazio S, Linton MF. Residual cardiovascular risk despite optimal LDL cholesterol reduction with statins: the evidence, etiology, and therapeutic challenges. *Curr Atheroscler Rep*. 2012;14(1):1-10. DOI: 10.1007/s11883-011-0219-7
30. Reiner Ž. Hypertriglyceridaemia and risk of coronary artery disease. *Nat Rev Cardiol*. 2017;14(7):401-411. DOI: 10.1038/nrcardio.2017.31
31. Nordestgaard BG, Varbo A. Triglycerides and cardiovascular disease. *Lancet*. 2014;384(9943):626-635. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61177-6
32. Toth PP. Triglyceride-rich lipoproteins as a causal factor for cardiovascular disease. *Vasc Health Risk Manag*. 2016;12:171-83. DOI: 10.2147/VHRM.S104369
33. Rosenson RS, Davidson MH, Hirsh BJ, Kathiresan S, Gaudet D. Genetics and causality of triglyceride-rich lipoproteins in atherosclerotic cardiovascular disease. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(23):2525-40. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.09.042
34. Giannini C, Santoro N, Caprio S, Kim G, Lartaud D, et al. The triglyceride-to-HDL cholesterol ratio: association with insulin resistance in obese youths of different ethnic backgrounds. *Diabetes Care*. 2011;34(8):1869-74. DOI: 10.2337/dc10-2234

35. Du T, Yuan G, Zhang M, Zhou X, Sun X, Yu X. Clinical usefulness of lipid ratios, visceral adiposity indicators, and the triglycerides and glucose index as risk markers of insulin resistance. *Cardiovasc Diabetol.* 2014;13:146. DOI: 10.1186/s12933-014-0146-3
36. Li N, Fu J, Koonen DP, Kuivenhoven JA, Snieder H, Hofker MH. Are hypertriglyceridemia and low HDL causal factors in the development of insulin resistance? *Atherosclerosis.* 2014;233(1):130-8. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.12.013
37. Al-Mahmood AK, Afrin SF, Hoque N. Dyslipidemia in insulin resistance: cause or effect. 2014. *Bangladesh J Med Biochem.* 2014;7(1):27-31. DOI: 10.3329/bjmb.v7i1.18576
38. Han T, Cheng Y, Tian S, Wang L, Liang X, et al. Changes in triglycerides and high-density lipoprotein cholesterol may precede peripheral insulin resistance, with 2-h insulin partially mediating this unidirectional relationship: a prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2016;15(1):154. DOI: 10.1186/s12933-016-0469-3
35. Du T, Yuan G, Zhang M, Zhou X, Sun X, Yu X. Clinical usefulness of lipid ratios, visceral adiposity indicators, and the triglycerides and glucose index as risk markers of insulin resistance. *Cardiovasc Diabetol.* 2014;13:146. DOI: 10.1186/s12933-014-0146-3
36. Li N, Fu J, Koonen DP, Kuivenhoven JA, Snieder H, Hofker MH. Are hypertriglyceridemia and low HDL causal factors in the development of insulin resistance? *Atherosclerosis.* 2014;233(1):130-8. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.12.013
37. Al-Mahmood AK, Afrin SF, Hoque N. Dyslipidemia in insulin resistance: cause or effect. 2014. *Bangladesh J Med Biochem.* 2014;7(1):27-31. DOI: 10.3329/bjmb.v7i1.18576
38. Han T, Cheng Y, Tian S, Wang L, Liang X, et al. Changes in triglycerides and high-density lipoprotein cholesterol may precede peripheral insulin resistance, with 2-h insulin partially mediating this unidirectional relationship: a prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2016;15(1):154. DOI: 10.1186/s12933-016-0469-3

Информация об авторах

Бочарова Ольга Владимировна, заведующая педиатрическим отделением № 2 МБУЗ «Детская городская поликлиника № 4», аспирант кафедры детских болезней № 3, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0676-2570>, bocharova.olga.vl@gmail.com.

Теплякова Елена Дмитриевна, д.м.н., доц., профессор кафедры детских болезней № 3, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-3585-7026>, elenatepl7@yandex.ru

Карантыш Галина Владимировна, д.б.н., доц., профессор кафедры коррекционной педагогики, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-9130-6491>, gvkarantys@sfedu.ru.

Шкурат Татьяна Павловна, д.б.н., проф., заведующий кафедрой генетики, Академия биологии и биотехнологий, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6197-7374>, tshkurat@yandex.ru.

Алаа Хашим Абд Али, аспирант, кафедра генетики, Академия биологии и биотехнологий, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия, Технический университет Аль-Фурат Аль-Авсат, Куфа, Ирак; <https://orcid.org/0000-0002-9664-7751>, alaahashim960@gmail.com.

Вклад авторов

Е.Д. Теплякова, Т.П. Шкурат — разработка дизайна исследования, написание текста рукописи;

О. В. Бочарова, Г. В. Карантыш, Алаа Хашим Абд Али — получение и анализ данных, написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors

Olga V. Bocharova, Head of pediatric department No. 2 municipal budgetary healthcare institution «Children's City Polyclinic No. 4», PhD student Department of Children's Diseases No. 3, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0676-2570>, bocharova.olga.vl@gmail.com.

Elena D. Teplyakova, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Children's Diseases No. 3, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3585-7026>, elenatepl7@yandex.ru

Galina V. Karantys, Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Professor of the Department of Correctional Pedagogy, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, , <https://orcid.org/0000-0001-9130-6491>, gvkarantys@sfedu.ru.

Tatyana P. Shkurat, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Genetics, Academy of Biology and Biotechnologies Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6197-7374>, tshkurat@yandex.ru.

Alaa Hashim Abd Ali, PhD student, Department of Genetics, Academy of Biology and Biotechnologies, Southern Federal University, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, Al-Furat Al-Awsat Technical University, Kufa, Iraq; <https://orcid.org/0000-0002-9664-7751>, alaahashim960@gmail.com

Authors' contribution:

E. D. Teplyakova, T. P. Shkurat — research design development, writing the text of the manuscript;

O. V. Bocharova, G. V. Karantys, Alaa Hashim Abd Ali — obtaining and analysis of the data, writing the text of the manuscript, review of publications on the topic of the article.

Conflict of interest

Authors declares no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received: 26.11.2021

Доработана после рецензирования / Revised: 24.02.2022

Принята к публикации / Accepted: 24.02.2022