

## Состояние липидного обмена и антиоксидантный статус при экзогенно-конституциональном ожирении у девушек Бурятии

Л.И. Колесникова, М.А. Даренская, Л.В. Рычкова, Л.А. Гребенкина, Н.В. Семенова, С.И. Колесников

ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», Иркутск, Россия

## Lipids metabolism and antioxidant status in exogenous constitutional obesity in girls of Buryatia

L.I. Kolesnikova, M.A. Darenskaya, L.V. Rychkova, L.A. Grebenkina, N.V. Semenova, S.I. Kolesnikov

Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russia

Исследование патогенетических звеньев формирования подросткового ожирения в настоящее время приобретает все большую значимость по причине частого усугубления заболевания во взрослом возрасте. Представляется очевидным, что серьезного прогресса в исследовании патогенеза данного процесса можно достичь, изучив молекулярные механизмы формирования ожирения в детско-подростковом возрасте. Индивидуальный подход в диагностике и лечении ожирения подразумевает учет различных факторов, в том числе принадлежности пациента к определенной национальности. В последние десятилетия среди представителей монголоидной расы отмечается рост заболеваемости ожирением, еще недавно не характерного для данной расовой группы. В связи с изложенным целью исследования состояла в анализе состояния липидного обмена и уровня антиоксидантных компонентов у девушек бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением I степени. Обследованы 44 девушки с экзогенно-конституциональным ожирением I степени и 48 практически здоровых девушек-подростков (группа сравнения) такого же возраста. Все обследуемые по этнической принадлежности относились к бурятскому этносу. В работе использовались спектрофотометрические и флуориметрические методы исследования. Выявлено, что наличие экзогенно-конституционального ожирения у девушек-подростков сопровождается развитием дислипидемии (повышенные концентрации общего холестерина, триацилглицеролов, холестерина липопротеинов очень низкой плотности, повышение коэффициента атерогенности, сниженный уровень холестерина липопротеинов высокой плотности), а также дефицитом компонентов антиоксидантной защиты (сниженные уровни  $\alpha$ -токоферола, ретинола, активности супероксиддисмутазы и глутатион-S-трансферазы). Полученные результаты позволяют расширить представления о патофизиологических механизмах подросткового ожирения и разработать индивидуальные подходы к лечению данного состояния.

**Ключевые слова:** дети, девушки, ожирение, липиды, антиоксиданты, Бурятия.

**Для цитирования:** Колесникова Л.И., Даренская М.А., Рычкова Л.В., Гребенкина Л.А., Семенова Н.В., Колесников С.И. Состояние липидного обмена и антиоксидантный статус при экзогенно-конституциональном ожирении у девушек Бурятии. Рос вестн перинатол и педиатр 2021; 66:(1): 80–86. DOI: 10.21508/1027-4065-2021-66-1-80-86

The study of adolescent obesity and pathogenic factors of its development is getting more and more important as the disease aggravates in adulthood. The serious progress in the study of the pathogenesis of this process can be achieved by analyzing the molecular mechanisms of the obesity development in childhood and adolescence. An individual approach to the diagnosis and treatment of obesity includes various factors, including the patient's nationality. In recent decades there is an increase in the incidence of obesity among the representatives of the Mongoloid race, which is not characteristic of this racial group. Thus, the aim of the study was to analyze the state of lipid metabolism and the level of antioxidant components in the Buryat girls with exogenous constitutional obesity of the 1st degree. The authors examined 44 girls with exogenous constitutional obesity of the 1st degree and 48 practically healthy adolescent girls (comparison group) of the same age. All the girls belonged to the Buryat ethnic group. They used spectrophotometric and fluorometric research methods. The study revealed that exogenous constitutional obesity in adolescent girls is accompanied by the development of dyslipidemia (increased concentrations of total cholesterol, triacylglycerols, very low density lipoprotein cholesterol, an increase in the atherogenic coefficient, a decreased level of high density lipoprotein cholesterol), as well as a deficiency of antioxidant defense components (decreased levels  $\alpha$ -tocopherol, retinol, activity of superoxide dismutase and glutathione-S-transferase). These results expand the understanding of the pathophysiological mechanisms of adolescent obesity and develop individual approaches to the treatment of this condition.

**Key words:** children, girls, obesity, lipids, antioxidants, Buryatia.

**For citation:** Kolesnikova L.I., Darenskaya M.A., Rychkova L.V., Grebenkina L.A., Semenova N.V., Kolesnikov S.I. Lipids metabolism and antioxidant status in exogenous constitutional obesity in girls of Buryatia. Ros Vestn Perinatol i Peditr 2021; 66:(1): 80–86 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2021-66-1-80-86

Экзогенно-конституциональная форма — наиболее распространенная в структуре ожирения, характеризуется выраженным дисбалансом между потребляемыми калориями и их расходом [1]. В связи с полиэтиологичностью заболевания при данной форме ожирения требуется одновременно ком-

плексный и индивидуальный подход в лечении. Особого внимания заслуживают пациенты подросткового возраста, так как зачастую страдают заболеванием и во взрослом возрасте, с развитием различного рода осложнений, в том числе тяжелых сердечно-сосудистых заболеваний [2]. Среди подростков экзогенно-

конституциональная форма ожирения наиболее распространена у девочек. Основными предикторами подросткового ожирения помимо наследственных факторов служат гиподинамия, дисбаланс энергетического обмена, отягощенный семейный анамнез, психоэмоциональное напряжение [3, 4].

Исследование патофизиологических механизмов формирования ожирения в настоящее время приобретает все большую значимость. Установлено, что ожирение связано с хроническим воспалением жировой ткани, активацией провоспалительных реакций, дислипидемией, развитием окислительного стресса и т.д. [5, 6]. Следствием прогрессирования окислительного стресса является накопление в организме цитотоксических соединений, в том числе эндогенных альдегидов, выступающих в качестве медиаторов повреждения и провоцирующих характерные сдвиги в обмене веществ [5, 7, 8]. Особую роль в данном случае может играть снижение мощности многокомпонентной антиоксидантной системы организма, состоящей из факторов ферментативной и неферментативной природы [9]. К числу сильнейших антиоксидантов экзогенного происхождения относят жирорастворимые витамины —  $\alpha$ -токоферол и ретинол, эндогенного — глутатион и ферменты, обеспечивающие его функционирование [10, 11]. Недостаточная активность антиоксидантных компонентов и соответствующее неконтролируемое увеличение содержания свободнорадикальных продуктов могут играть решающую роль в развитии дизадаптивных реакций в условиях патологического процесса [12–14].

Индивидуальный подход в лечении ожирения подразумевает учет различных факторов, в том числе принадлежности пациента к определенной национальности [15, 16]. В последние десятилетия среди представителей монголоидной расы отмечается рост заболеваемости ожирением, еще недавно не характерного для данной расовой группы. Так, в Китае

число заболевших детей составляет уже более 15 млн и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению [15]. Исследования установили, что кардиометаболические осложнения при ожирении среди азиатов формируются при меньших значениях избытка массы тела; а подростки-китайцы имеют значительно более высокий процент жира, чем подростки — представители европеоидной расы [17, 18]. Среди подростков-монголоидов, проживающих на территории Российской Федерации, также обнаружены определенные особенности течения заболевания, в том числе касающиеся характерных для данного этноса предикторов [19]. При этом недостаточно сведений о биохимических характеристиках у подростков-монголоидов с экзогенно-конституциональным ожирением. В связи с этим целью настоящего исследования был анализ состояния липидного обмена и уровня антиоксидантных компонентов у девушек бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением I степени.

### Характеристика детей и методы исследования

Были обследованы 44 девушки бурятского этноса подросткового возраста (средний возраст  $14,26 \pm 2,31$  года) с экзогенно-конституциональным ожирением I степени (основная группа). В качестве контрольной группы были использованы данные 48 практически здоровых девушек-подростков того же этноса и возраста (средний возраст  $14,25 \pm 2,42$  года). Набор субъектов в группы производился в течение 2015–2016 гг. на территории сельских районов Республики Бурятия во время ежегодного планового осмотра. Измеряли рост (см), массу тела (кг), рассчитывали индекс массы тела ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), число стандартных отклонений (standard deviation score, SDS) индекса массы тела, окружность талии (см), уровень систолического и диастолического артериального давления (мм рт. ст.), оценивали уровень глюкозы в крови натощак (ммоль/л).

Для диагностики I степени экзогенно-конституционального ожирения определяли показатель стандартного отклонения индекса массы тела с помощью программы Всемирной организации здравоохранения Antro Plus, 2009. Диагноз ожирения устанавливали при числе стандартных отклонений индекса массы тела более  $+2,0$  (I степень) [1, 20]. Критерии включения в группу пациенток с экзогенно-конституциональным ожирением I степени: число стандартных отклонений индекса массы тела  $2,0-2,5$ ; исключение на начало обследования или за 1 мес до него острых или обострения хронических заболеваний; наличие в двух поколениях — родителей одной национальности (буряты); постоянное проживание подростка на территории данного муниципального образования; подписание родителями или законными представителями, а также подростками старше 15 лет информированного согласия о включении в исследование. Критерии исключения из группы

© Коллектив авторов, 2021

Адрес для корреспонденции: Колесникова Любовь Ильинична — акад. РАН, науч. рук. Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, ORCID: 0000-0003-3354-2992

e-mail: iphr@sbamsr.irk.ru

Даренская Марина Александровна — д.б.н., вед. науч. сотр. лаборатории патофизиологии Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, ORCID: 0000-0003-3255-2013

Рычкова Любовь Владимировна — д.м.н., проф. РАН, член-корр. РАН, дир. Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, ORCID: 0000-0003-2910-0737

Гребенкина Людмила Анатольевна — д.б.н., зав. лабораторией патофизиологии Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, ORCID: 0000-0002-1263-5527

Семенова Наталья Викторовна — д.б.н., вед. науч. сотр. лаборатории патофизиологии Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, ORCID: 0000-0002-6512-1335

Колесников Сергей Иванович — акад. РАН, гл. науч. сотр. Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, ORCID: 0000-0003-2124-6328

664003 Иркутск, ул. Тимирязева, д. 16

пациенток: задержка физического развития, дефицит массы тела, генетические и симптоматические формы ожирения, прием лекарственных средств, потенциально влияющих на массу тела и оцениваемые биохимические характеристики.

Материалом исследования служили плазма крови и гемолизат. Образцы крови для анализов брали из локтевой вены с учетом общепринятых требований.

Уровни общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности, триацилглицеролов определяли с помощью наборов Сogma на автоматическом анализаторе ВТС-330 методом фотометрии. Содержание холестерина липопротеинов низкой плотности рассчитывали по формуле: холестерин липопротеинов низкой плотности = общий холестерин – (холестерин липопротеинов высокой плотности + холестерин липопротеинов очень низкой плотности), где уровень холестерина липопротеинов очень низкой плотности рассчитывался как холестерин липопротеинов очень низкой плотности = триацилглицерол/2,2. Коэффициент атерогенности, отражающий баланс между уровнем атерогенных и антиатерогенных липопротеинов, определяли по формуле коэффициент атерогенности = (общий холестерин – холестерин липопротеинов высокой плотности)/холестерин липопротеинов высокой плотности. Показатели липидного состава крови оценивали в соответствии с рекомендациями Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации детских кардиологов России (2012) [21]. Согласно данным критериям повышенными уровнями считали общий холестерин  $>4,39$  ммоль/л, холестерин липопротеинов низкой плотности  $>2,84$  ммоль/л, триацилглицерол  $>0,99$  ммоль/л; высокими уровнями – общий холестерин  $>5,19$  ммоль/л, холестерин липопротеинов низкой плотности  $>3,34$  ммоль/л, триацилглицерол  $>1,3$  ммоль/л. Уровень холестерина липопротеинов высокой плотности  $<1,30$  ммоль/л расценивали как низкий [21, 22].

Состояние системы антиоксидантной защиты оценивали по следующим показателям: общая антиокислительная активность крови, содержание  $\alpha$ -токоферола, ретинола, активность супероксиддисмутазы, содержание восстановленного и окисленного глутатионов [23–26]. Активность глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы и глутатион-S-трансферазы оценивали с помощью коммерческих наборов фирмы «Randox» (Великобритания). Измерения проводили на спектрофлуорофотометре Shimadzu RF-150 (Япония), который состоит из двух блоков: спектрофотометр UV-1650PC и спектрофлуориметр RF-1501.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (1964, 2013 ред.) и одобрено комитетом по биомедицинской этике при ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ (выписка из протокола заседания №9 от 8.10.2014).

Для анализа полученных данных использовали статистический пакет программ Statistica 6.1

(«StatSoft Inc», США; правообладатель – ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ). Для определения нормальности распределения количественных признаков использовали визуально-графический метод и критерии согласия Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса и Шапиро–Уилка. Данные представлены в виде среднего значения ( $M$ ), дисперсии ( $\sigma$ ), медианы ( $Me$ ), межквартильных интервалов [25-й процентиль; 75-й процентиль]. При анализе межгрупповых различий для независимых выборок использовали параметрический критерий Стьюдента или непараметрический критерий Манна–Уитни. Критический уровень значимости принимали равным 5% (0,05).

## Результаты и обсуждение

Анализ антропометрических данных у девушек-подростков бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением показал статистически значимое увеличение основных показателей – массы тела ( $p<0,0001$ ), индекса массы тела ( $p<0,0001$ ), числа стандартных отклонений индекса массы тела ( $p<0,0001$ ) и окружности талии ( $p<0,0001$ ) у девушек-пациенток в сравнении с группой контроля (табл. 1). В отношении остальных клинических характеристик статистически значимых различий выявлено не было ( $p>0,05$ ).

В параметрах липидного обмена у девушек основной группы обнаруживались следующие изменения: повышенные уровни общего холестерина (в 1,22 раза;  $p=0,0017$ ), триацилглицерола (в 2,16 раза;  $p<0,0001$ ), холестерина липопротеинов очень низкой плотности (в 3,13 раза;  $p<0,0001$ ), сниженная концентрация холестерина липопротеинов высокой плотности (в 1,26 раза;  $p=0,0018$ ), увеличение интегрального показателя – коэффициента атерогенности (в 1,74 раза;  $p<0,0001$ ) в сравнении с контролем (табл. 2). При этом частотный анализ параметров липидного состава крови в основной группе показал статистически значимое увеличение числа пациенток с дислипидемиями (табл. 3).

Компоненты антиоксидантной защиты у девушек основной группы в сравнении с контролем обнаруживали статистически значимые различия по уровню  $\alpha$ -токоферола (в 1,41 раза ниже;  $p=0,0262$ ), ретинола (в 1,12 раза ниже;  $p=0,0306$ ), активности супероксиддисмутазы (в 1,28 раза ниже;  $p=0,0004$ ), глутатионпероксидазы (в 1,8 раза выше;  $p=0,0002$ ) и глутатион-S-трансферазы (в 1,71 раза ниже;  $p<0,0001$ ; табл. 4).

Таким образом, анализ липидного обмена у девушек бурятского этноса с ожирением показал наличие в данной группе повышенных уровней ряда компонентов: общего холестерина, триацилглицеролов, липопротеинов очень низкой плотности, коэффициента атерогенности, а также сниженного уровня липопротеинов высокой плотности. Наличие дислипидемии у пациенток с ожирением подтверждалось и частотным анализом. Полученные результаты согласуются с данными о наличии дислипидемии

у больных с ожирением [4, 5, 22, 27]. Существенным фактором, влияющим на развитие дислипидемии в условиях ожирения, является неконтролируемое высвобождение жировой ткани, особенно висцеральной, свободных жирных кислот, которые в избытке поступают в портальную циркуляцию и печень [27]. В печени из свободных жирных кислот активно синтезируются триглицериды, что сопровождается повышением концентрации в крови липо-

протеинов очень низкой плотности и снижением содержания липопротеинов высокой плотности. Повышенные уровни свободных жирных кислот могут снижать экспрессию мРНК или активность липопротеинлипазы в жировой ткани и скелетных мышцах [28]. Увеличение синтеза липопротеинов очень низкой плотности в печени может ингибировать липолиз хиломикронов, что способствует гипертриглицеридемии.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациенток бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением ( $M \pm \sigma$ , Me, квартили [25-й процентиль; 75-й процентиль])

	1-я группа (n=31)	2-я группа (n=30)
Рост, см	161 $\pm$ 0,04 161 [160; 163]	162 $\pm$ 0,07 162 [156; 168]
Масса тела, кг	54,4 $\pm$ 5,49 54,2 [49,9; 57,2]	75 $\pm$ 8,02* 73,3 [67; 82]
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	20,85 $\pm$ 1,59 20,73 [19,49; 22,3]	28,67 $\pm$ 2,13* 27,6 [26,9; 31,23]
SDS ИМТ	-0,06 $\pm$ 0,51 0,14 [-0,37; 0,39]	2,2 $\pm$ 0,7* 2,1 [2,01; 2,4]
Окружность талии, см	68,79 $\pm$ 3,07 68 [66,5; 72,5]	87,7 $\pm$ 12,29 * 91 [74,1; 98]
САД, мм рт. ст.	106,58 $\pm$ 8,54 110 [98,12; 111,23]	111,26 $\pm$ 9,91 104,87 [102,6; 115,8]
ДАД, мм рт. ст.	63,24 $\pm$ 4,2 64,38 [60,6; 65,74]	69,58 $\pm$ 6,92 65,21 [64,39; 72,56]
Глюкоза, ммоль/л	3,89 $\pm$ 0,62 3,61 [3,09; 4,56]	4,11 $\pm$ 0,66 3,74 [3,3; 5,2]

Примечание. \* – статистически значимые различия между показателями исследуемых групп ( $p < 0,05$ ). ИМТ – индекс массы тела; SDS ИМТ – число стандартных отклонений индекса массы тела; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.

Таблица 2. Уровень липидов в сыворотке крови и коэффициента атерогенности у девушек бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением ( $M \pm \sigma$ , Me, квартили [25-й процентиль; 75-й процентиль])

Table 2. The level of serum lipids and atherogenic coefficient in girls of the Buryat ethnic group with exogenous constitutional obesity ( $M \pm \sigma$ , Me, quartile [25th percentile; 75th percentile])

Показатели	Контроль	Девушки с экзогенно-конституциональным ожирением
ОХС, ммоль/л	3,73 $\pm$ 0,8 3,64 [3,11; 4,42]	4,55 $\pm$ 1,00* 4,89 [3,3; 5,3]
ТАГ, ммоль/л	0,7 $\pm$ 0,41 0,57 [0,34; 1,00]	1,51 $\pm$ 0,56* 1,77 [1,21; 1,89]
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,29 $\pm$ 0,28 1,31 [1,11; 1,42]	1,02 $\pm$ 0,31* 1,1 [0,9; 1,2]
ХС ЛПНП, ммоль/л	2,07 $\pm$ 0,7 1,99 [1,54; 2,5]	2,29 $\pm$ 0,78 2,3 [1,7; 2,95]
ХС ЛПОНП, ммоль/л	0,32 $\pm$ 0,19 0,26 [0,15; 0,45]	1,00 $\pm$ 0,45* 1,05 [0,59; 1,4]
КА	1,92 $\pm$ 0,54 1,78 [1,55; 2,23]	3,35 $\pm$ 1,71* 2,9 [1,85; 3,8]

Примечание. \* – статистически значимые различия между показателями исследуемых групп ( $p < 0,05$ ). ОХС – общий холестерин; ТАГ – триацилглицерол; ХС ЛПВП – холестерин липопротеинов высокой плотности; ХС ЛПНП – холестерин липопротеинов низкой плотности; ХС ЛПОНП – холестерин липопротеинов очень низкой плотности; КА – коэффициент атерогенности.



Аналогичные изменения зарегистрированы и в нашей выборке пациенток. Известно, что дислипидемия при ожирении обусловлена, в первую очередь, увеличением употребления пищи, богатой насыщенными жирными кислотами [29]. В данном случае можно говорить о негативной тенденции в пищевых привычках у девушек Бурятии, что, безусловно, влечет за собой резкое нарушение имеющихся механизмов метаболизма.

Антиоксидантный статус у девушек основной группы с ожирением также характеризовался негативными изменениями. В группе пациенток было зафиксировано значительное снижение содержания жирорастворимых витаминов и уменьшенные концентрации антиоксидантных ферментов — супероксиддисмутазы и глутатион-S-трансферазы. Уста-

новлено, что неадекватная антиоксидантная защита, наряду с другими факторами — дислипидемией, гипергликемией, хроническим воспалением, гиперлептинемией и др., способствует развитию системного окислительного стресса при ожирении, причем данные факторы взаимодополняют друг друга [5]. Сочетанная недостаточность ряда антиоксидантов может способствовать нарушению активности зависящих от них ферментативных процессов и физиологических функций, течения адаптивных реакций. Так, даже незначительное падение активности фермента первой линии защиты — супероксиддисмутазы — служит важным сигналом сдвига реакций в сторону превалирования прооксидантных процессов [5, 9]. Сниженная активность глутатион-S-трансферазы у пациенток с ожирением также может иметь негативные послед-

Таблица 4. Антиоксидантный статус у девушек бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением ( $M \pm \sigma$ ,  $Me$ , квартили [25-й процентиль; 75-й процентиль])

Table 4. The state of antioxidant status in girls of the Buryat ethnic group with exogenous constitutional obesity ( $M \pm \sigma$ ,  $Me$ , quartile [25th percentile; 75th percentile])

Показатель	Контроль	Девушки с экзогенно-конституциональным ожирением
Общая антиокислительная активность, усл. ед.	10,32±3,68 9,46 [7,6; 11,74]	11,54±5,13 10,34 [8,24; 13,57]
α-Токоферол, мкмоль/л	8,4±4,79 6,14 [5,5; 9,3]	5,96±2,23* 5,18 [4,22; 6,58]
Ретинол, мкмоль/л	0,56±0,11 0,55 [0,51; 0,64]	0,5±0,12* 0,49 [0,44; 0,55]
Активность СОД, усл.ед.	1,62±0,22 1,63 [1,55; 1,74]	1,27±0,46* 1,22 [1,00; 1,66]
GSH, ммоль/л	2,33±0,51 2,25 [1,91; 2,62]	2,23±0,57 2,12 [1,76; 2,78]
GSSG, ммоль/л	2,1±0,41 2,07 [1,86; 2,28]	2,03±0,59 2,08 [1,72; 2,52]
Активность глутатионпероксидазы, GSH/г Hb	853,5±307,84 733,6 [591; 1046]	1540,38±771,72* 1268 [1113; 1798]
Активность глутатион-S-трансферазы, ммоль/г Hb	1071,51±134,84 1087,45 [987,86; 188,93]	625,026±250,49* 584,84 [454,62; 761,29]
Активность глутатион-редуктазы, мкмоль/мл	71,93±9,13 71,1 [65,7; 78,3]	70,19±17,83 70,65 [59,1; 78,95]

Примечание. \* — статистически значимые различия между показателями исследуемых групп ( $p < 0,05$ ). СОД — супероксиддисмутаза; GSH — глутатион восстановленный; GSSG — глутатион окисленный.

Таблица 3. Частота выявления дислипидемий у девушек бурятского этноса с экзогенно-конституциональным ожирением (%)

Table 3. Dyslipidemia frequency in girls of the Buryat ethnic group with exogenous constitutional obesity (%)

Показатель	Уровни показателей			
	оптимальный	повышенный	высокий	низкий
ОХС	36	14	50	—
ТАГ	18	14	68 *	—
ХС ЛПВП	9	—	—	91 *
ХС ЛПНП	41	23	36	—

Примечание. \* — статистически значимые различия между частотами соответствующих показателей ( $p < 0,05$ ). ОХС — общий холестерин; ТАГ — триацилглицерол; ХС ЛПВП — холестерин липопротеинов высокой плотности; ХС ЛПНП — холестерин липопротеинов низкой плотности.

ствия при реализации его многочисленных детоксикационных эффектов, так как данный фермент является основным представителем семейства многофункциональных белков, основная функция которых — защита клеток от ксенобиотиков и продуктов перекисного окисления липидов [30].

Отдельного внимания заслуживает недостаточность витаминов-антиоксидантов у девушек-подростков, так как известно об их модулирующем влиянии на женскую репродуктивную систему [31]. Отмечена также важная роль данных факторов как регуляторов роста и морфологической дифференцировки тканей, вследствие чего представляется существенной высокая напряженность в указанном звене метаболизма у девушек-подростков бурятского этноса с ожирением. Увеличение активности глутатионпероксидазы на фоне общего сниже-

ния содержания факторов антиоксидантной защиты организма может быть объяснено с точки зрения наличия компенсаторных сдвигов в условиях развития патологического процесса [8].

## Заключение

Таким образом, наличие экзогенно-конституционального ожирения у девушек-подростков Бурятии сопровождается развитием дислипидемии с увеличенными значениями коэффициента атерогенности, а также дефицитом компонентов антиоксидантной защиты — жирорастворимых витаминов и ферментов антиоксидантного действия. Полученные результаты позволяют расширить представления об патофизиологических механизмах подросткового ожирения и разработать индивидуальные подходы к лечению данного состояния.

## ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Петеркова В.А., Васюкова О.В. К вопросу о новой классификации ожирения у детей и подростков. Проблемы эндокринологии 2015; 61(2): 39–44. [Peterkova V.A., Vasyukova O.V. On the issue of new classification of obesity in children and adolescents. Problemy endokrinologii 2015; 61(2): 39–44. (in Russ.)]
2. Колосов Ю.А., Колесников С.И., Анищенко А.П., Бурдюкова Е.В., Гуревич Г.К. Избыточная масса тела и ожирение у детей, подростков и взрослых: причины развития и факторы риска. Патогенез 2016; 14(4): 9–14. [Koloso Yu.A., Kolesnikov S.I., Anishchenko A.P., Burdyukova E.V., Gurevich G.K. Overweight and obesity in children, adolescents and adults: causes of development and risk factors. Patogenez 2016; 14(4): 9–14. (in Russ.)]
3. Разина А.О., Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д. Ожирение: современный взгляд на проблему. Ожирение и метаболизм 2016; 13(1): 333–338. [Razina A.O., Achkasov E.E., Runenko S.D. Obesity: a modern view of the problem. Ozhirenie i metabolism 2016; 13(1): 333–338. (in Russ.)]
4. Heymsfield S.B., Wadden T.A. Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. N Engl J Med 2017; 376: 254–266. DOI: 10.1056/NEJMr1514009
5. Marseglia L., Manti S., D'Angelo G., Nicotera A., Parisi E., Di Rosa G. et al. Oxidative Stress in Obesity: A Critical Component in Human Diseases. Int J Mol Sci 2015; 16: 378–400. DOI: 10.3390/ijms16010378
6. Иевлева К.Д., Баирова Т.А., Рычкова Л.В., Шенеман Е.А., Храмова Е.Е., Колесникова Л.И. Метаболизм и ожирение: вклад гена рецептора лептина. Acta Biomedica Scientifica 2017; 2(5): 1: 56–62. DOI: 10.12737/article\_59e85cb55584e4.51145791 [Ievleva K.D., Bairova T.A., Rychkova L.V., Sheneman E.A., Chramova E.E., Kolesnikova L.I. Metabolism and obesity: the contribution of the leptin receptor gene. Acta Biomedica Scientifica 2017; 2(5): 1: 56–62. (in Russ.)]
7. Darenskaya M.A., Gavrilova O.A., Rychkova L.V., Kravtsova O.V., Grebenkina L.A., Osipova E.V. et al. The assessment of oxidative stress intensity in adolescents with obesity by the integral index. Int J Biomed 2018; 8(1): 37–41. DOI: 10.21103/Article8(1)\_OA5
8. Кулешова Д.К., Давыдов В.В. Особенности проявления оксидативного стресса и состояние антиоксидантной системы у подростков разного возраста с ожирением, осложненным инсулинорезистентностью и без нее. Биомедицинская химия 2014; 60: 2: 264–274. [Kuleshova D.K., Davydov V.V. Features of the manifestation of oxidative stress and the state of the antioxidant system in adolescents of different ages with obesity, complicated insulin resistance and without it. Biomeditsinskaya khimiya 2014; 60: 2: 264–274. (in Russ.)]
9. Sies H. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. Redox biology 2015; 14: 180–183. DOI: 10.1016/j.redox.2015.01.002
10. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Мазо В.К. Витамины и окислительный стресс. Вопросы питания 2013; 82(3): 11–18. [Kodencova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Mazo V.K. Vitamins and oxidative stress. Voprosy pitaniya 2013; 82(3): 11–18. (in Russ.)]
11. Kolesnikova L.I., Semyonova N.V., Grebenkina L.A., Darenskaya M.A., Suturina L.V., Gnusina S.V. Integral indicator of oxidative stress in human blood. Bull Exp Biol Med 2014; 157(6): 715–717. DOI: 10.1007/s10517-014-2649-z
12. Bairova T.A., Kolesnikov S.I., Kolesnikova L.I., Pervushina O.A., Darenskaya M.A., Grebenkina L.A. Lipid peroxidation and mitochondrial superoxide dismutase-2 gene in adolescents with essential hypertension. Bull Exp Biol Med 2015; 158(2): 181–184. DOI: 10.1007/s10517-014-2717-4
13. Kolesnikova L.I., Darenskaya M.A., Semenova N.V., Grebenkina L.A., Suturina L.V., Dolgikh M.I. et al. Lipid peroxidation and antioxidant protection in girls with type 1 diabetes mellitus during reproductive system development. Medicina (Lithuania) 2015; 51(2): 107–111. DOI: 10.1016/j.medic.2015.01.009
14. Kolesnikova L.I., Kolesnikov S.I., Darenskaya M.A., Grebenkina L.A., Nikitina O.A., Lazareva L.M. et al. Activity of LPO processes in women with polycystic ovarian syndrome and infertility. Bull Exp Biol Med 2017; 162(3): 320–322. DOI: 10.1007/s10517-017-3605-5
15. Tan Y., Xin X., Ming Q. Prevalence and characteristics of overweight and obesity among Chinese youth aged 12–18 years: a multistage nationwide survey. Public Health 2018; 155: 152–159. DOI: 10.1016/j.puhe.2017.08.015
16. Darenskaya M.A., Rychkova L.V., Gavrilova O.A., Zhdanova L.V., Bimbaev A.B.Zh., Grebenkina L.A. et al. Lipid peroxidation parameters in mongoloid-patients with obesity and hepatosis. Free Rad Biol Med 2018; 120(S1): S61. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.04.201
17. Deurenberg P., Bhaskaran K., Lian P.L. Singaporean Chinese adolescents have more subcutaneous adipose tissue than

- Dutch Caucasians of the same age and body mass index. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003; 12(3): 261–265.
18. Zheng R., Yang M., Bao Y., Li H., Shan Z., Zhang B. et al. Prevalence and determinants of metabolic health in subjects with obesity in Chinese population. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12(11): 13662–13677. DOI: 10.3390/ijerph121113662
  19. Рычкова Л.В., Аюрова Ж.Г., Погодина А.В., Косовцева А.С. Факторы риска развития ожирения у подростков этнических групп сельских районов республики Бурятия: результаты поперечного исследования. *Вопросы современной педиатрии* 2017; 16(6): 509–515. (Rychkova L.V., Ayurova Zh.G., Pogodina A.V., Kosovceva A.S. Risk factors for obesity in adolescents of ethnic groups in rural areas of the Republic of Buryatia: a cross-sectional study. *Voprosy sovremennoi pediatrii* 2017; 16(6): 509–515. (in Russ.))
  20. Styne D.M., Arslanian S.A., Connor E.L., Farooqi I.S., Murad M.H., Silverstein J.H. et al. Pediatric obesity – assessment, treatment, and prevention: an Endocrine Society Clinical Practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2017; 102(3): 709–757. DOI: 10.1210/jc.2016-2573
  21. Александров А.А., Бубнова М.Г., Кисляк О.А., Конь И.Я., Леонтьева И.В., Розанов В.Б. и др. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний в детском и подростковом возрасте. *Российский кардиологический журнал* 2012; 6(s1): 4–39. [Aleksandrov A.A., Bubnova M.G., Kislyak O.A., Kon' I.Ja., Leon'teva I.V., Rozanov V.B. et al. Prevention of cardiovascular diseases in childhood and adolescence. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal* 2012; 6(s1): 4–39. (In Russ.)) DOI: 10.15829/1560-4071-2012-6s1-4-39
  22. Малявская С.И., Лебедев А.В. Метаболический портрет детей с ожирением. *Российский вестник перинатологии и педиатрии* 2015; 60(6): 73–81. [Maljavskaja S.I., Lebedev A.V. Metabolic portrait of obese children. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii* (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2015; 60(6): 73–81. (in Russ.))
  23. Клебанов Г.И., Бабенкова И.В., Теселкин Ю.О., Комаров О.С., Владимиров Ю.А. Оценка АОА плазмы крови с применением желточных липопротеидов. *Лабораторное дело* 1988; 5: 59–60. [Klebanov G.I., Babenkova I.V., Teselkin Yu.O., Komarov O.S., Vladimirov Yu.A. Evaluation of AOA of blood plasma using yolk lipoproteins. *Laboratornoe delo* 1988; 5: 59–60. (in Russ.))
  24. Черняускене Р.Ч., Варшкявичене З.З., Грибаускас П.С. Одновременное определение концентраций витаминов Е и А в сыворотке крови. *Лабораторное дело* 1984; 6: 362–365. [Chernyauskene R.Ch., Varshkyavichene Z.Z., Gribauskas P.S. Simultaneous determination of the concentrations of vitamins E and A in the serum. *Laboratornoe delo* 1984; 6: 362–365. (in Russ.))
  25. Misra H.P., Fridovich I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase. *J Biol Chem* 1972; 247: 3170–3175.
  26. Hisin P.J., Hilf R. Fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. *Anal Biochem* 1976; 74: 214–226.
  27. Гарифулина Л.М., Кудратова Г.Н., Гойибова Н.С. Степень метаболических нарушений у детей и подростков с ожирением и артериальной гипертензией. *Актуальные вопросы современной науки* 2016; 4: 19–23. [Garifulina L.M., Kudratova G.N., Gajibova N.S. The degree of metabolic disorders in children and adolescents with obesity and arterial hypertension. *Aktual'nye voprosy sovremennoi nauki* 2016; 4: 19–23. (in Russ.))
  28. Исаева А.П., Гаппарова К.М., Чехонина Ю.Г., Ланик И.А. Свободные жирные кислоты и ожирение: состояние проблемы. *Вопросы питания* 2018; 87(1): 18–27. [Isaeva A.P., Gapparova K.M., Chekhonina Yu.G., Lanik I.A. Free fatty acids and obesity: state of the problem. *Voprosy pitaniya* 2018; 87(1): 18–27. (in Russ.))
  29. Павловская Е.В., Строкова Т.В., Сурков А.Г., Стародубова А.В. Динамика показателей липидного и углеводного обмена при лечении ожирения у детей и подростков. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского* 2019; 98(1): 108–115. [Pavlovskaya E.V., Strokovaya T.V., Surkov A.G., Starodubova A.V. Dynamics of lipid and carbohydrate metabolism in the treatment of obesity in children and adolescents. *Pediatrya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo* 2019; 98(1): 108–115. (in Russ.))
  30. Robaczewska J., Kedziora-Kornatowska K., Kozakiewicz M., Zary-Sikorska E., Pawluk H., Pawliszak W. et al. Role of glutathione metabolism and glutathione-related antioxidant defense systems in hypertension. *J Physiol Pharmacol* 2016; 67(3): 331–337. DOI: 10.1007/s12012-010-9096-5
  31. Mohd Mutalip S., Ab-Rahim S., Rajikin M. Vitamin E as an antioxidant in female reproductive health. *Antioxidants* 2018; 7(2): 22. DOI: org/10.3390/antiox7020022

Поступила: 09.09.20

Received on: 2020.09.09

#### Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов.

#### Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest.