

УДК [612:577.12]-053.6(571.65)(045)

*Т.В. Третьякова, О.С. Власова, Н.Ф. Баранова***СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЛИПИДНОГО И УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У КОРЕННОГО И НЕКОРЕННОГО ЮНОШЕСКОГО НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

Институт физиологии природных адаптаций ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН (ФГБУН ФИЦКИА РАН), г. Архангельск, Российская Федерация

*T.V. Tretyakova, O.S. Vlasova, N.F. Baranova***COMPARATIVE ANALYSIS OF PARAMETERS OF LIPID AND CARBOHYDRATE METABOLISM IN ABORIGINAL AND NON-ABORIGINAL YOUNG PEOPLE IN THE ARCTIC REGION**

Institute of Environmental Physiology of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the RAS (FCIARctic), Arkhangelsk, Russian Federation

Резюме. Цель работы — изучение особенностей параметров липидного и углеводного обмена у юношеского населения Арктического региона в зависимости от этнической принадлежности. **Материалы и методы.** Обследованы девушки и юноши в возрасте 16–18 лет, проживающие на территории Чукотского автономного округа и относящиеся к коренным (чукчи, чуванцы, эскимосы, эвены и др.) и некоренным (европеоиды) жителям. В сыворотке крови спектрофотометрическим методом определяли уровни показателей липидного и углеводного обменов, методом газожидкостной хроматографии — содержание жирных кислот. Статистическая обработка данных выполнена непараметрическими методами. **Результаты.** Среди девушек отмечены значимые изменения в уровне триглицеридов и липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП), которые выше среди некоренных представителей. В группе коренных жителей, особенно среди мужского контингента, выше содержание жирных кислот (ЖК), для остальных показателей липидного обмена значимых флуктуаций не выявлено. При рассмотрении параметров углеводного обмена у девушек-аборигенок относительно некоренных жительниц установлено снижение уровня глюкозы и пирувата. Как у коренного, так и некоренного населения отмечены повышенные величины коэффициентов этерификации, атерогенности, отношения ЛАК/ПИР вследствие низкого уровня пирувата и высокого лактата на фоне низкого содержания глюкозы, достаточно часто регистрировались низкие значения для полиненасыщенных ЖК — дигомо-γ-линоленовой, арахиноновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, а также насыщенных ЖК пальмитиновой и стеариновой. **Выводы.** Снижение уровней триглицеридов, ЛПОНП, глюкозы и повышение концентраций ЖК в группах аборигенов являются отражением этнических различий юношеского населения в метаболи-

Abstract. The purpose of the investigation is to study the characteristics of the lipid and carbohydrate metabolism parameters in the young people of the Arctic region, depending on ethnic affiliation. **Materials and methods.** The investigation involved girls and boys aged 16–18 years living in the Chukotka Autonomous Okrug and related to the aboriginal (Chukchi, Chuvans, Eskimos, Evens, etc.) and non-aboriginal (Caucasoid) populations. There were determined serum levels of lipid and carbohydrate metabolism parameters by spectrophotometry method and the content of fatty acids by the gas-liquid chromatography method. statistical processing of data is performed by nonparametric methods. **Results.** Among the girls, there were significant changes in the level of triglycerides and very low-density lipoprotein (VLDL), which were higher among non-aboriginal representatives. In the group of aboriginal people, especially among the male contingent, the content of fatty acids (FA) was higher, without significant fluctuations of the other lipid metabolism parameters. In considering the parameters of carbohydrate metabolism in aboriginal girls in relation to non-aboriginal ones, there was established a decrease in the glucose and pyruvate levels. Both the aboriginal and non-aboriginal populations had increased rates of esterification, atherogenicity, LAC/PIR ratio due to low pyruvate and high lactate levels, with low glucose content in the background there was low values of the polyunsaturated FA: dihomo-γ-linolenic, arachidonic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic, as well as the saturated FA: palmitic and stearic. **The conclusion.** The lowering of the triglyceride, VLDL, glucose levels and an increase of FA concentrations in Aboriginal groups are a reflection of ethnic differences in metabolic processes of the youth population in the context of chronic adaptation to the conditions of the North. Regardless of the ethnic affiliation, there have been revealed an increase in the

ческих процессах при длительной адаптации к условиям Севера. Вне зависимости от этнической принадлежности выявлено повышение активности этерификации холестерина и снижение антиатерогенной защиты на фоне недостатка эссенциальных полиненасыщенных и длинноцепочечных насыщенных ЖК, а также низкого уровня глюкозы и преобладании анаэробных процессов окисления.

Ключевые слова: липидный обмен, углеводный обмен, жирные кислоты, Арктика, Север, аборигенное и неаборигенное население, юноши и девушки

activity of cholesterol esterification and a decrease in anti-atherogenic defense with a lack of essential polyunsaturated and long chain saturated FAs, as well as a low glucose level and the predominance of anaerobic oxidation processes in the background.

Keywords: lipid metabolism, carbohydrate metabolism, fatty acids, Arctic, North, aboriginal and non-aboriginal population, boys and girls

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Третьякова Татьяна Васильевна
treyakova.t73@mail.ru

Contact information of the author responsible for correspondence:

Tatyana V. Tretykova
treyakova.t73@mail.ru

Дата поступления 09.04.2018

Received 09.04.2018

Образец цитирования:

Третьякова Т.В., Власова О.С., Баранова Н.Ф. Сравнительный анализ параметров липидного и углеводного обмена у коренного и некоренного юношеского населения Арктического региона. Вестник уральской медицинской академической науки. 2018, Том 15, №2, с. 229–238, DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-229-238

For citation:

Treyakova T.V., Vlasova O.S., Baranova N.F. Comparative analysis of parameters of lipid and carbohydrate metabolism in aboriginal and non-aboriginal young people in the Arctic region. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2018, Vol. 15, no. 2, pp. 229–238. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-229-238 (In Russ)

Введение

Географические и климатические особенности проживания в северных регионах оказывают влияние на физиологические функции человека, как у постоянных жителей, так и у пришлых. При этом отмечаются различия метаболических характеристик коренного и некоренного населения Севера. Так, установлено, что у коренных жителей происходит снижение содержания в крови общего холестерина и его атерогенных фракций: холестерина липопротеидов низкой плотности и очень низкой плотности, триглицеридов и повышение содержания холестерина липопротеидов высокой плотности по сравнению с пришлым населением [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Подобные изменения параметров липидного обмена происходят вследствие формирования адаптивного типа метаболизма, для которого свойственно повышение использования белков и липидов как источников энергии при снижении потребности в углеводах и минимизации углеводного звена метаболизма, которая сопровождается снижением уровня глюкозы в крови [7, 8, 9, 10, 11]. У коренного населения Севера, особенно у лиц с традиционным белково-липидным питанием, также повышено содержание в организме ω -3 полине-

насыщенных жирных кислот (ПНЖК) (эйкозапентаеновой и докозагексаеновой) при снижении уровней ω -6 ПНЖК [8, 12, 13, 14]. Флуктуации метаболических показателей коренного и некоренного населения наблюдаются при обследовании как взрослых жителей, так и среди представителей детского, подросткового, юношеского возрастов различных северных регионов [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21], однако стоит отметить, что работы, посвященные изучению обменных процессов у юношеского населения Севера не столь многочисленны, мало исследований жирнокислотного профиля.

В юношеском возрасте происходит окончательное формирование функциональных систем организма, резко возрастает надежность их работы, устанавливаются новые взаимодействия между отдельными звеньями эндокринной системы, обеспечивающие совершенствование регуляторных процессов и их экономизацию, повышается работоспособность, заканчивается половое созревание организма и гормональные перестройки, метаболизм выходит на зрелый уровень функционирования [22]. В связи с вышесказанным **целью работы** стало изучение особенностей параметров липидного и углеводного обмена у юношеского

населения Арктического региона в зависимости от этнической принадлежности.

Материалы и методы

Обследовано юношеское население в возрасте от 16 до 18 лет: девушки 16–18, юноши 17–18 лет, согласно возрастной периодизации [22], проживающие на территории Чукотского автономного округа (ЧАО). Представители коренной национальности составили 75 девушек (средний возраст $16,99 \pm 0,10$ лет), 36 юношей ($17,44 \pm 0,08$ лет), некоренное местное население — 63 ($16,6 \pm 0,09$ лет) и 35 ($17,31 \pm 0,08$ лет) соответственно. К коренным жителям отнесены чукчи, а также эскимосы, чуванцы, эвены и др., к некоренным — русские, украинцы, белорусы и др. Обследование проводилось с информированного согласия родителей, все обследованные относились к I–II группе здоровья.

Забор крови производился из локтевой вены в вакутайнеры «Bekton Dickinson BP» утром натощак. В сыворотке крови спектрофотометрическим методом определяли уровни показателей липидного обмена: общий холестерин (ОХ), свободный (СХ) и этерифицированный (ЭХ), холестерин липопротеидов очень низкой, низкой и высокой плотности (Хол. ЛПОНП, Хол. ЛПНП и Хол. ЛПВП) и углеводного обмена: глюкоза (ГЛЮ), лактат (ЛАК) на биохимическом анализаторе «МАРС» с использованием наборов «Chronolab AG» (Швейцария) и пирувата (ПИР) — по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином [23]. Проведен расчет значений коэффициентов: этерификации ($KЭ = ЭХ/ОХ$) и атерогенности ($КА = (ОХ - Хол. ЛПВП) / Хол. ЛПВП$) [24, 25], отношения содержания лактата и пирувата ЛАК/ПИР. Методом газожидкостной хроматографии с предварительной экстракцией липидов из сыворотки крови и последующим получением метиловых эфиров определяли содержание насыщенных жирных кислот (НЖК): миристиновая (C14:0), пальмитиновая (C16:0), стеариновая (C18:0); мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК): пальмитолеиновая (C16:1n7), олеиновая (C18:1n9); полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК): линолевая (C18:2n6), дигомо-γ-линоленовая (C20:3n6), арахидоновая (C20:4n6), эйкозапентаеновая (C20:5n3), докозагексаеновая (C22:6n3) [26, 27]. Анализ метиловых производных жирных кислот (ЖК) проводили на газовом хроматографе «ГАЛС-311» (Люмекс) с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) на капиллярных колонках ВРХ-90 SGE (60 м*0,25 мм*0,25 мкм). Идентификацию ЖК осуществляли с использованием стандарта «Supelco 37 FAME C4-C24» (USA).

Статистическую обработку данных, определение границ нормального распределения показателей проводили с использованием программ SPSS 13.0 и Statistica 5.0. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался за

0,05, значения $0,1 > p > 0,05$ считали статистической тенденцией. Для многих показателей в группах выявлено распределение, сильно отклоняющееся от нормального. Выполнен дескриптивный анализ (расчет медианы Me, интерквартильного интервала — 25-й и 75-й процентиля), для сравнения медиан в группах использовался U-критерий Манна-Уитни. При оценке значимости различия частот применяли z-критерий для пропорций.

Результаты собственных исследований

При сравнении показателей холестерина и его эфиров в группах девушек разной этнической принадлежности статистически значимых изменений не отмечалось (табл. 1). При этом у девушек некоренных национальностей содержание ОХ и ЭХ было несколько выше, а СХ — ниже по сравнению с коренными. Независимо от этнической принадлежности у девушек отмечалось повышение активности процессов этерификации холестерина, поскольку более чем у 50% обследованных в группах величина КЭ превышала норматив, но более выражено у некоренного населения — среди 10% девушек относительно 26% девушек-аборигенов ($p = 0,019$) отмечались низкие значения коэффициента.

При рассмотрении показателей липидтранспортной системы статистически значимое изменение отмечалось лишь в содержании Хол. ЛПОНП, где у девушек некоренного населения он выше по сравнению с коренным, $p = 0,003$ (табл. 1). Стоит отметить тенденциальное повышение доли лиц среди девушек-аборигенов с величинами Хол. ЛПВП, превышающими норму — 10% против 2,7% у коренных жительниц ($p = 0,076$). В обеих группах у трети обследованных отмечено повышение значений (37 и 33,3% соответственно, $p = 0,656$) коэффициента атерогенности (КА), отражающего соотношение атерогенных и антиатерогенных фракций липидов, относительно нормы, что может говорить о некотором снижении антиатерогенных защитных свойств.

В группе девушек коренного населения были отмечены более низкие концентрации ТГ ($p = 0,003$), при этом уровни многих ЖК у них были выше, статистически значимые изменения установлены для C16:1n7, C18:1n9, C18:2n6, C20:3n6 ($p = 0,006$; $p = 0,05$; $p = 0,032$; $p = 0,03$ соответственно) (рис.). В двух группах более чем у половины обследованных отмечались низкие уровни ПНЖК C20:3n6, C20:4n6, C20:5n3, C22:6n3, у трети — сниженные концентрации длинноцепочечных (ДЦ) НЖК C16:0 и C18:0.

Таблица 1
Содержание параметров липидного и углеводного обмена у девушек и юношей коренного и некоренного населения Арктического региона
Table 1
The content of lipid and carbohydrate metabolism parameters in girls and boys of the aboriginal and non-aboriginal population of the Arctic region

Показатель/ Parameter	♀/♂	Коренное население/ Aboriginal population Me (25%; 75%)	Некоренное население/ Non- aboriginal population Me (25%; 75%)	Уровень значимо- сти различий/Level of significance of differences
ОХ, ммоль/л/ Total cholesterol, mmol/l	♀	4,09 (3,38; 4,62)	4,13 (3,58; 4,71)	p=0,519
	♂	4,11 (3,34; 5,17)	3,78 (3,35; 4,56)	p=0,367
СХ, ммоль/л /Free cholesterol, mmol/l	♀	0,8 (0,41; 1,30)	0,69 (0,38; 1,12)	p=0,445
	♂	0,89 (0,56; 1,12)	0,78 (0,46; 1,00)	p=0,328
ЭХ, ммоль/л /Esterified cholesterol, mmol/l	♀	3,33 (2,78; 3,87)	3,47 (2,8; 4,045)	p=0,332
	♂	3,34 (2,46; 4,36)	3,04 (2,7; 3,71)	p=0,497
КЭ/Coefficient of esterification	♀	0,81 (0,69; 0,91)	0,83 (0,74; 0,91)	p=0,253
	♂	0,79 (0,73; 0,87)	0,80 (0,73; 0,88)	p=0,858
Хол. ЛПОНП, ммоль/л /VLDL cholesterol, mmol/l	♀	0,13 (0,11; 0,16)	0,16 (0,12; 0,21)	p=0,003
	♂	0,15 (0,10; 0,18)	0,16 (0,13; 0,19)	p=0,496
Хол. ЛПНП, г/л/ LDL cholesterol, g/l	♀	4,78 (4,19; 5,36)	4,83 (4,11; 5,58)	p=0,869
	♂	4,95 (4,22; 5,48)	4,78 (4,43; 5,59)	p=0,787
Хол. ЛПВП, ммоль/л / HDL cholesterol, mmol/l	♀	1,16 (0,98; 1,32)	1,21 (0,98; 1,31)	p=0,572
	♂	1,11 (0,98; 1,24)	1,04 (0,93; 1,23)	p=0,401
КА/ atherogenic coefficient	♀	2,55 (2,04; 3,42)	2,54 (2,03; 3,30)	p=0,702
	♂	2,93 (2; 3,82)	2,85 (1,99; 3,56)	p=0,585
ТГ, ммоль/л / triglycerides, mmol/l	♀	0,63 (0,55; 0,78)	0,78 (0,62; 1,06)	p=0,003
	♂	0,73 (0,53; 0,93)	0,81 (0,66; 0,94)	p=0,476
ГЛЮ, ммоль/л / Glucose, mmol/l	♀	3,17 (2,88; 3,69)	3,49 (3,08; 3,87)	p=0,012
	♂	3,25 (2,97; 3,51)	3,49 (3,16; 3,73)	p=0,072
ПИР, ммоль/л / Pyruvate, mmol/l	♀	0,027 (0,024; 0,033)	0,031 (0,027; 0,036)	p=0,031
	♂	0,033 (0,024; 0,033)	0,032 (0,024; 0,033)	p=0,818
ЛАК, ммоль/л / Lactate, mmol/l	♀	2,28 (1,77; 2,76)	2,22 (2,03; 2,64)	p=0,390
	♂	2,38 (1,96; 2,61)	2,23 (1,96; 2,74)	p=0,849
ЛАК/ПИР/ Coefficient Lactate/Pyruvate	♀	77,74 (65,22; 96,67)	74,55 (62,58; 93,33)	p=0,690
	♂	73,31 (63,48; 89,05)	78,75 (61,52; 93,33)	p=0,494

Примечание: ♀ — девушки, ♂ — юноши.

Note: ♀ — girls, ♂ — boys.

При сравнении показателей углеводного обмена отмечено, что у всех девушек наблюдается снижение уровня ГЛЮ: частоты регистрации низких значений составляли 90,1 и 76,7% (нижняя граница нормы 3,9 ммоль/л) соответственно у девушек коренного и некоренного населения ($p=0,037$), при этом в группе девушек коренного населения уровень ГЛЮ статистически значимо ниже по сравнению с некоренным ($p=0,012$) (табл. 1). Помимо ГЛЮ установлен сниженный уровень ПИР, частоты регистрации низких величин составили 61,6 и 46,6% ($p=0,084$) соответственно у девушек коренного и некоренного населения, у последних на фоне более высокого содержания ГЛЮ отмечен и более высокий уровень ПИР ($p=0,031$). Уровень же ЛАК у половины обследованных девушек регистрировался повышенным (у 53,4% коренного и у 47,4% не-

коренного населения, $p=0,493$), в соответствии с этим для половины девушек установлены высокие значения коэффициента ЛАК/ПИР, что может указывать на преобладание анаэробных процессов над аэробными у коренного и некоренного населения Арктики.

При сравнении изучаемых показателей у юношей в зависимости от этнической принадлежности выявлены схожие различия, однако, с некоторыми особенностями. Для параметров липидного обмена, за исключением жирнокислотного профиля, статистически значимых изменений в группах не выявлено (табл. 1). Стоит отметить некоторое нарастание уровня ОХ у юношей-аборигенов, среди них у 25% лиц регистрировались высокие уровни показателя, когда как у юношей-неаборигенов — у 8,5% лиц при статистической значимости на уровне тенденции ($p=0,063$). Кро-

ме того, отмечается тенденция к повышению уровня ЭХ у девушек некоренного населения относительно юношей ($p=0,051$). Так же, как и у девушек, в половине случаев среди юношей Арктического региона отмечено повышение величины КЭ.

У юношей некоренного населения отмечен некоторый дисбаланс в показателях липидтранспортной системы: в 20% случаев у них установлено превышение показателем Хол. ЛПВП норматива, у аборигенного населения эта доля ниже — 8,3% ($p=0,156$), а для Хол. ЛПВП также в 20% случаев регистрировались низкие величины, у аборигенов — в 8,3% случаев ($p=0,156$). При этом величина КА несколько ниже у юношей-неаборигенов, как и частота регистрации высоких значений — 40% против 50% ($p=0,397$), скорее всего, за счет более низкой концентрации ОХ. Среди некоренного населения отмечаются гендерные различия в содержании Хол. ЛПВП — уровень показателя выше у девушек ($p=0,007$).

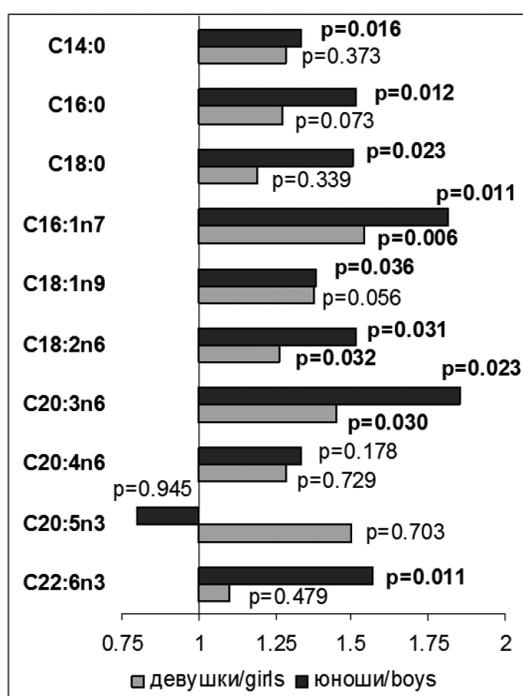


Рис. 1. Отношения медиан концентраций жирных кислот у представителей коренного населения к медианам у представителей некоренного населения Арктического региона. P — статистическая значимость различий медиан в группах коренного и некоренного населения.

Fig. 1. The ratio of median concentrations of fatty acids in representatives of the aboriginal population to medians in representatives of the non-aboriginal population of the Arctic region. P — statistical significance of median differences in groups of aboriginal and non-aboriginal populations.

Статистически значимых колебаний уровня ТГ не установлено, чуть выше показатель у юношей-

неаборигенов, но при этом выявлены значимые флуктуации параметров жирнокислотного профиля у юношей Арктического региона в зависимости от этнической принадлежности. В группе юношей коренного населения было отмечено статистически значимые более высокие концентрации C14:0, C16:0 и C18:0 НЖК ($p=0,016$; $p=0,012$; $p=0,023$ соответственно), C16:1n7, C18:1n9 МНЖК ($p=0,011$ и $p=0,036$) и ПНЖК — C18:2n6, C20:3n6, C22:6n3 ($p=0,031$, $p=0,023$, $p=0,011$ соответственно) и, наоборот, более низкие статистически не значимые уровни C20:5n3 по сравнению с некоренным населением (рис.). Также, как и у девушек, у юношей высока встречаемость низких концентраций C16:0, C18:0 и эссенциальных ПНЖК дигомо- γ -линоленовой, арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой.

При сравнении показателей углеводного обмена у юношей значимых изменений не отмечалось (табл. 1), стоит только отметить, что, как и у девушек, содержание ГЛЮ было несколько выше у некоренных представителей ($p=0,072$, на уровне статистической тенденции). Как и у девушек, вне зависимости от этнической принадлежности установлено снижение уровня ГЛЮ (88,9 и 82,6% соответственно, $p=0,447$), и ПИР, для последнего, однако, в меньшей степени — низкие величины регистрировались в 36,1 и 40% случаев соответственно, у девушек эти доли выше, что подтверждается статистически значимым различием концентраций метаболита по полу у коренного населения ($p=0,015$), повышение уровня ЛАК и величин отношения ЛАК/ПИР у половины обследованных.

Обсуждение

К числу наиболее значимых особенностей метаболизма северных народностей следует отнести более низкое содержание в крови, по сравнению с пришлым населением, ОХ, ТГ и более высокий уровень Хол. ЛПВП, как одного из важнейших антиатерогенных факторов [3]. Подобные изменения липидного обмена описаны у взрослого контингента этнических народностей Севера — эвенов, эвенков, нанайцев, ульчей, хантов, ненцев, коми [1, 2, 3, 5], а также у подростково-юношеского населения северных территорий [15, 16, 18]. Особенности липидного обмена определяются как генетическими факторами, так и преимущественно белково-липидным питанием населения, с присутствием в рационе продуктов традиционного природопользования — мясо северных животных (оленина), рыба, сало и мясо морских животных, продукты растительного происхождения (ягоды, дикорастущие пищевые растения) [3, 28, 29, 30].

Социально-экономические преобразования, проводимые в последние десятилетия, приток мигрантов и рост урбанизации изменили традиционный уклад жизни и рацион питания коренных народов, что мо-

жет приводить к срыву адаптивных процессов с последующим развитием различных патологий, ранее для них не свойственных [4]. Нашим исследованием при сравнении показателей холестерина гомеостаза и липидтранспортной системы среди коренного и некоренного населения Арктического региона значимых отличий не установлено, за исключением показателя ЛПОНП для девушек. При этом у девочек 8–11 лет, обследованных на тех же территориях и в то же время, были выявлены значимые различия в содержании ЛПОНП, ЛПНП, которые были повышены у неаборигенов, в величине КЭ, повышенной у аборигенов [31], т.е. с возрастом эти различия практически нивелировались. Обследование детского и подростково-юношеского населения ЧАО проводилось преимущественно на базе общеобразовательных школ, школ с интернатами, колледжа с системами питания, построенными в основном по европейскому типу, без высокого содержания белков и липидов в рационе, характерного для традиционного питания. Так, сообщается, что в школах-интернатах и общедоступных предприятиях питания в меню присутствует всего 4–8% национальных блюд [32]. Кроме того, традиционного типа питания придерживаются чаще лица старше тридцати лет, это связывают как раз с воспитанием в школах-интернатах целых поколений коренных северян, что приводит к отрыву их от навыков ведения традиционного домашнего хозяйства, привычке к интернатской еде [29]. Возможно, этим объясняется отсутствие выраженных различий показателей липидного обмена у юношеского населения.

Вне зависимости от этнической принадлежности у обследованных отмечалось повышение активности процессов этерификации холестерина, что способствует элиминации этого атерогенного липида из сосудистого русла, более выражено у девушек некоренного населения, однако при этом часто регистрировались высокие величины КА, особенно у юношей коренного населения, что говорит о складывании неблагоприятного липидного профиля вследствие увеличения его атерогенности и может быть оценено как предпосылка к развитию сердечно-сосудистой патологии при наличии компенсации на этапе этерификации холестерина. И в первую очередь это можно отнести к мужскому контингенту обследованных, поскольку у юношей-аборигенов происходило некоторое нарастание содержания ОХ, а в группе некоренного населения у пятой части отмечены низкие величины Хол. ЛПВП и высокие Хол. ЛПНП, свидетельствующие о замедленной утилизации холестерина липопротеидами высокой плотности, что может способствовать накоплению внутриклеточного холестерина.

Содержание ТГ, которые являются носителем энергии и универсальной формой её депонирования в организме, выше у некоренных жителей, среди девушек

статистически значимо, что согласуется с литературными данными [1, 2, 4]. Но при рассмотрении особенностей жирнокислотного профиля у европеоидов установлено снижение уровней ЖК, в первую очередь среди мужского населения. Эти различия, возможно, связаны с большей долей мясных продуктов в рационе коренных жителей, среди юношей возможно также более распространено употребление рыбы и морепродуктов, поскольку у них выше концентрация С22:6n3, которая содержится преимущественно в этих продуктах питания. В целом, потребление рыбы, растительных масел, видимо, недостаточно среди обследованного населения, поскольку часто регистрировались низкие концентрации таких ПНЖК, как дигомо-γ-линоленовой, арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой. У подростков коми, у детей в Приморском крае также установлено снижение уровней длинноцепочечных ω-3 ПНЖК, у коми также и арахидоновой кислоты [33, 34]. Стоит отметить взаимосвязь ω-3 ПНЖК с липидными показателями, эти ЖК нормализуют липидный спектр крови — снижают уровни ТГ, а также ОХ, атерогенных фракций липопротеидов и повышают ЛПВП [35, 36].

Особенности питания, возможно, являются одной из причин различия в уровне ТГ в этнических группах, можно предположить недостаток экзогенных ТГ у некоренного контингента, вследствие чего активируются процессы липогенеза, что ведет к повышению уровня ТГ и снижению концентраций ЖК, поскольку содержание ТГ в крови натощак определяется их ресинтезом в печени и отражает количество эндогенных ТГ [24]. Тем не менее достаточно высокую частоту регистрации низких концентраций пальмитиновой и стеариновой кислот у всех обследованных можно объяснить высокой интенсивностью процессов липолиза и β-окисления ЖК.

Различия у юношеского населения ЧАО в показателях углеводного обмена, характерные для аборигенов и неаборигенов, сохранялись, особенно в группах девушек. Для коренных жителей характерно снижение уровня ГЛЮ, для девушек и содержания ПИР. При этом для всех обследованных свойственно низкое содержание ГЛЮ на уровне формирования признаков гипогликемии, а также снижение уровня ПИР и повышение ЛАК, что свидетельствует о более активном течении анаэробных процессов окисления. Подобные изменения подтверждают данные литературы о снижении роли углеводного обмена в метаболизме и замедлении скорости гликолиза на фоне низкой активности ферментов при адаптации к более суровым условиям проживания на северных территориях [37], в результате чего содержание ГЛЮ устанавливается на более низком уровне, и могут меняться концентрации промежуточных продуктов углеводного обмена — ЛАК повышаться, ПИР снижаться [8].

Выводы

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

1. В группах представителей разной этнической принадлежности установлены более высокие уровни ТГ и Хол. ЛПОНП у девушек некоренных национальностей, значимых различий для показателей холестерина гомеостаза и других параметров липидтранспортной системы среди юношеского населения арктического региона не отмечено.

2. Для жирнокислотного профиля выявлены значимые различия — уровни ЖК выше у аборигенного контингента, у девушек это относится к МНЖК пальмитолеиновой, олеиновой и ω -6 ПНЖК линолевой и дигомо- γ -линоленовой, среди юношей кроме этих ЖК

еще и к НЖК и ω -3 докозагексаеновой кислоте.

3. Среди коренного населения отмечено снижение содержания ГЛЮ, для юношей на уровне тенденции, у девушек отмечено и понижение содержания ПИР. Для всех обследованных характерен низкий уровень ГЛЮ и ПИР и повышение концентраций ЛАК.

4. Вне зависимости от этнической принадлежности выявлено повышение активности процессов этерификации холестерина, более выражено у девушек-аборигенок, и снижение антиатерогенной защиты на фоне недостатка эссенциальных ПНЖК дигомо- γ -линоленовой, арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, а также НЖК пальмитиновой и стероиновой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цуканов В.В., Ноздрачев К.Г., Тонких Ю.Л., Бронникова Е.П. Метаболические факторы защиты коренного населения Севера при ИБС и холелитиазе. Бюллетень СО РАМН. 2006; 2 (120): 100-104.
2. Рябова Т.И., Попова Т.В., Сиротин Б.З. Особенности липидного спектра сыворотки крови у коренного и пришлого населения Приамурья. Клиническая лабораторная диагностика. 2012; 2: 25-27.
3. Ефимова Л.П., Кудряшова В.Е. Показатели липидного обмена у аборигенов Севера Сибири. Профилактическая и клиническая медицина. 2009; 1 (30): 66-69.
4. Севостьянова Е.В. Особенности липидного и углеводного метаболизма человека на Севере (литературный обзор). Бюллетень сибирской медицины. 2013; 1 (12): 93-100.
5. Леханова Е.Н., Буганов А.А. Влияние элементного статуса на процессы метаболизма у жителей Ямало-Ненецкого автономного округа. Здоровье населения и среда обитания. 2008; 9 (186): 18-21.
6. Boyer B.B., Mohatt G.V., Plaetke R., Herron J., Stanhope K.L., Stephensen C., Havel P.J. Metabolic syndrome in Yup'ik Eskimos: the Center for Alaska Native Health Research (CANHR) Study. Obesity (Silver Spring). 2007. Vol. 15 (11). pp. 2535-2540. DOI: 10.1038/oby.2007.302.
7. Панин Л.Е. Системные представления о гомеостазе. Бюллетень СО РАМН. 2007; 5 (127): 10-16.
8. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург, 2005. 190 с.
9. Романова А.Н., Гольдерова А.С., Алексеева Е.А., Ефремова С.Д. Глюкозо-инсулиновые показатели у больных в верифицированным коронарным атеросклерозом в Якутии: этнические и гендерные особенности. Якутский медицинский журнал. 2015; 3 (51): 81-83.
10. Кривошапкина З.Н., Миронова Г.Е., Семёнова Е.И., Олесова Л.Д., Яковлева А.И. Уровни низкомолекулярных антиоксидантов у коренных и пришлых жи-

REFERENCES

1. Tsukanov V.V., Nozdrachev K.G., Tonkikh Y.L., Bronnikova E.P. Metabolic factors of protection from ischemic heart disease and cholelithiasis in native populations of the North. Bulletin of Siberian Branch RAMS = Byulleten' SO RAMN. 2006, no. 2 (120), pp. 100-104, (In Russ.).
2. Ryabova T.I., Popova T.V., Sirotnin B.Z. The characteristics of lipid spectrum of blood serum in native and alien population in Amur region. Russian Clinical Laboratory Diagnostics = Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2012, no. 2, pp. 25-27, (In Russ.).
3. Yefimova L.P., Kudryashova V.E. Factors of lipid metabolism among aboriginal of the north Siberia. Preventive and Clinical Medicine = Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina. 2009, no. 1, pp. 66-69, (In Russ.).
4. Sevostyanova Ye.V. Some features of human lipid and carbohydrate metabolism in the North. Bulletin of Siberian Medicine = Byulleten' sibirskoi meditsiny. 2013, Vol. 12, no. 1, pp. 93-100, (In Russ.).
5. Lehanova E.N., Bugarov A.A. Influence of elemental status on metabolic processes among population of the Yamal-Nenets Autonomous. Health of the population and habitat = Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. 2008, no. 9 (186), pp. 18-21, (In Russ.).
6. Boyer B.B., Mohatt G.V., Plaetke R., Herron J., Stanhope K.L., Stephensen C., Havel P.J. Metabolic syndrome in Yupik Eskimos: the Center for Alaska Native Health Research (CANHR) Study. Obesity (Silver Spring). 2007. Vol. 15 (11). pp. 2535-2540. DOI: 10.1038/oby.2007.302.
7. Panin L.E. System conception about the homeostasis. Bulletin of Siberian Branch RAMS = Byulleten' SO RAMN. 2007, no. 5 (127), pp. 10-16, (In Russ.).
8. Boiko E. R. Physiological and biochemical foundations of human life in the North. Ekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ. Ekaterinburg. 2005, (In Russ.).
9. Romanova A.N., Golderova A.S., Alekseeva E.A.,

- телей Якутии. Якутский медицинский журнал. 2014; 2 (46): 83-87.
11. Рябова Т.И., Попова Т.В., Сиротин Б.З. Инсулино-резистентность у коренного (эвены, ульчи, нанайцы) и пришлого населения Хабаровского края. Дальневосточный медицинский журнал. 2012; 4: 12-14.
12. Young T.K., Gerrard J.M., O'Neil J.D. Plasma phospholipid fatty acids in the central Canadian arctic: biocultural explanations for ethnic differences. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1999. Vol. 109 (1). pp. 9-18. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8644(199905)109:1<9::AID-AJPA2>3.0.CO;2-M.
13. Innis S.M., Kuhnlein H.V., Kinloch D. The composition of red cell membrane phospholipids in Canadian Inuit consuming a diet high in marine mammals. *Lipids.* 1988; Vol. 23 (11). pp. 1064-1068.
14. Людина А.Ю., Потолицына Н.Н., Есева Т.В., Солонин Ю.Г., Осадчук Л.В., Васильковский В.Е., Бойко Е.Р. Влияние образа жизни и характера питания на профиль жирных кислот плазмы крови уроженцев Европейского Севера. *Известия Самарского НЦ РАН.* 2012; 5(2): 557-560.
15. Аверьянова И.В., Максимов А.Л., Борисенко Н.С. Особенности липидного и углеводного обмена у юношей-аборигенов и укорененных европеоидов Магаданской области. *Журнал медико-биологических исследований.* 2016; 2: 5-15. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.5.
16. Целых Е.Д., Головнев В.А., Елясин П.А. Показатели крови и мочи как критерий адекватности питания подростков коренного и пришлого населения Хабаровского края. *Вестник новых медицинских технологий.* 2008; 4 (15): 73-77.
17. Третьякова Т.В., Власова О.С., Бичкаева Ф.А. Параметры липидного и углеводного обмена у детей приарктического и арктического регионов. XXIII съезд Физиологического общества им. И.П. Павлова: мат. съезда. Воронеж: из-во «ИСТОКИ», 2017. – С. 464-466.
18. Колесникова Л.И., Даренская М.А., Гребенкина Л.А., Долгих М.И., Семенова Н.В. Адаптивные реакции липидного обмена у представительниц коренного и пришлого населения Тофаларии, проживающих в экстремальных условиях среды. *Журнал эволюционной биохимии и физиологии.* 2014; 5 (50): 343-348.
19. Токарев С.А., Буганов А.А. Факторы, формирующие здоровье детей из числа сельского населения Крайнего Севера. *Вопросы современной педиатрии.* 2008; 3 (7): 128-129.
20. Данилова Н.И., Крючкова Е.Н., Кондратович С.В. Гигиеническая оценка иммунобиохимического статуса детей коренных народностей Крайнего Севера. *Вестник РАМН.* 2005; 3: 48-50.
21. Масленникова А.Б., Отева Э.А., Осипова Л.П., Пиковская Н.Б., Николаева А.А., Филимонова Т.А., Ко-
Efremova S.D. Glucose-insulin indices in patients with verified coronary atherosclerosis in Yakutia: ethnic and gender characteristics. *Yakut medical journal = Yakutskii meditsinskii zhurnal.* 2015, no. 3 (51), pp. 81–83, (In Russ.).
10. Krivoshapkina Z.N., Mironova G.E., Semenova E.I., Olesova L.D., Yakovleva A.I. Levels of low-molecular antioxidants in native and alien residents of Yakutia. *Yakut medical journal = Yakutskii meditsinskii zhurnal.* 2014, no. 2 (46), pp. 83–87, (In Russ.).
11. Ryabova T.I., Popova T.V., Sirotin B.Z. Insulin resistance among the indigenous (evens, ulchi, nanai) and newly arrived population of the Khabarovskiy krai. *Far East Medical Journal = Dal'nevostochnyi meditsinskii zhurnal.* 2012, no. 4, pp. 12–14, (In Russ.).
12. Young T.K., Gerrard J.M., O'Neil J.D. Plasma phospholipid fatty acids in the central Canadian arctic: biocultural explanations for ethnic differences. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1999. Vol. 109 (1). pp. 9–18. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8644(199905)109:1<9::AID-AJPA2>3.0.CO;2-M.
13. Innis S.M., Kuhnlein H.V., Kinloch D. The composition of red cell membrane phospholipids in Canadian Inuit consuming a diet high in marine mammals. *Lipids.* 1988. Vol. 23 (11). pp. 1064–1068.
14. Lyudinina A.Yu., Potolitsyna N.N., Eseva T.V., Solonin Yu.G., Osadchuk L.V., Vaskovsky V.E., Boyko E.R. Influence of lifestyle and nutrition types on plasma lipid fatty acids composition in indigenous inhabitants of Russian European North. *Bulletin of the Samara SC of RAS = Izvestiya Samarskogo NTs RAN.* 2012, no. 5 (2), pp. 557–560, (In Russ.).
15. Averyanova I.V., Maksimov A.L., Borisenko N.S. Lipid and carbohydrate metabolism in indigenous and Caucasian young males living in the Magadan region. *Journal of Medical and Biological Research = Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy.* 2016, no. 2, pp. 5–15. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.5, (In Russ.).
16. Tselikh E.D., Golovnev V.A., Elyasin P.A. Blood and urine indexes of as criterion of adequacy of feed in teenagers of native and coming population of Khabarovsk region. *Journal of New Medical Technologies = Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii.* 2008, no. 4 (15), pp.73–77, (In Russ.).
17. Tretyakova T.V., Vlasova O.S., Bichkaeva F.A. Parameters of lipid and carbohydrate metabolism in children of the subarctic and arctic regions. XXIII congress of I.P. Pavlov Physiological Society: materials of the congress. *Voronezh: publishing house «ISTOKI».* 2017, pp. 464–466, (In Russ.).
18. Kolesnikova L.I., Darenskaya M.A., Grebenkina L.A., Dolgikh M.I., Semenova N.V. Adaptive reactions of lipid metabolism in native and alien female representatives of Tovalaria population living under extreme environmental conditions. *Journal Biochemistry and Physiology =*

- новалова Н.А., Яготин В.А., Бронштейн Е.А. Особенности липидного состава крови северных селькупов, пришлого населения севера Сибири и проблемы метисации. *Терапевтический архив*. 1997; 1: 26-29.
22. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. *Возрастная физиология (физиология развития ребенка)*; 2-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 416 с.
23. Пятницкая И.Н., Чернобровкина Т.В., Найденова Н.Г. Клинические и ферментативные методы диагностики алкоголизма: методические рекомендации МЗ РСФСР. М.: 1984. 23 с.
24. Климов А.Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения. – М., 1986. 512 с.
25. Friedewald W. T., Levy R., Fredrickson D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972. Vol. 18. pp. 499–502
26. Folch J., Less M., Stanley G.H.S. A simple method the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem*. 1957. Vol. 226. pp. 497-509.
27. Мансурова И.Д., Султанова У.К. Определение содержания высших жирных кислот в сыворотке крови здоровых и больных хроническим панкреатитом методом газовой хроматографии. *Лабораторное дело*. 1985; 9: 524-527.
28. Мальярчук Б.А., Деренко М.В., Денисова Г.А., Литвинов А.Н. Распространенность арктического варианта гена CPT1A в популяциях коренного населения Сибири. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016; 20 (5): 571-575. DOI 10.18699/VJ16.130.
29. Василькова Т.Н., Евай А.В, Мартынова Е.П., Новикова Н.И. Коренные малочисленные народы и промышленное развитие Арктики (этнологический мониторинг в Ямало-Ненецком автономном округе). Москва–Шадринск: изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2011. 268 с.
30. Степанов К.М., Лебедева У.М., Дохунаева А.М., Захарова Л.С., Чугунов А.В., Ефремова С.Т. Роль натурального питания из местных продуктов в пищевом рационе населения РС(Я) // *Якутский медицинский журнал*. 2014. № 1. С. 72-75.
31. Третьякова Т.В., Власова О.С., Бичкаева Ф.А. Содержание показателей липидного обмена у девочек арктического региона. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017; S4 (6): 40-41.
32. Иванова Г.В. Экологические особенности питания коренного детского населения Крайнего Севера. *Экология человека*. 2006; 8: 9-11.
33. Потолицына Н.Н., Людина А.Ю., Бойко Е.Р. Липидный обмен у подростков – коренных жителей европейского Севера России. *Вопросы питания*. 2011; 6 (80): 19-22.
34. Вострикова О.Г., Слезка И.Е. Состояние липидного обмена популяции детей юга Приморского края. *Zhurnal evolyutsionnoi biokhimmii i fiziologii*. 2014, no. 5 (50), pp. 343–348, (In Russ.).
19. Tokarev S.A., Buganov A.A. Factors that shape the health of children from the rural population of the Far North. *Current Pediatrics = Voprosy sovremennoi pediatrii*. 2008, no. 3 (7), pp. 128–129, (In Russ.).
20. Danilova N.I., Kruchkova Ye.N., Kondratovich S.V. Hygienic assessment of the immunobiochemical status of children of Far North aboriginal nationalities. *Annals of RAMS = Vestnik RAMN*. 2005, no. 3, pp. 48–50, (In Russ.).
21. Maslennikov A.B., Oteva E.A., Osipova L.P., Pikovskaya N.B., Nikolaeva A.A., Filimonova T.A., Konovalova N.A., Yagotin V.A., Bronstein E.L. Lipid composition of the blood from north Selkups, non-native population of the north Siberia and metis problems. *Therapeutic archive = Terapevticheskii arkhiv*. 1997, no. 1, pp. 26–29, (In Russ.).
22. Bezrukikh M.M., Son'kin V.D., Farber D.A. Age-specific physiology (development physiology of the child). Moscow, Akademiya Publ, 2007, (In Russ.).
23. Pyatnitskaya I.N., Chernobrovkina T.V., Naydenova N.G. Clinical and enzymatic methods for diagnosis of alcoholism: guidelines of MOH RSFSR. Moscow [M.], 1984, (In Russ.).
24. Klimov A.N. Exchange of lipids and lipoproteins and its violation. M. [Moskva], 1986, (In Russ.).
25. Friedewald W. T., Levy R., Fredrickson D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972. Vol. 18. pp. 499–502.
26. Folch J., Less M., Stanley G.H.S. A simple method the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem*. 1957. Vol. 226. pp. 497–509.
27. Mansurova I.D., Sultanova U.K. Determination of the content of higher fatty acids in the blood serum of healthy and patients with chronic pancreatitis by the method of gas chromatography. *Laboratory work = Laboratornoe delo*. 1985, no. 9, pp. 524–527, (In Russ.).
28. Malyarchuk B.A., Derenko M.V., Denisova G.A., Litvinov A.N. Distribution of the arctic variant of the CPT1A gene in indigenous populations of Siberia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding = Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii*. 2016. Vol. 20 (5). pp. 571–575. DOI 10.18699/VJ16.130, (In Russ.).
29. Vasil'kova T.N., Evai A.V, Martynova E.P., Novikova N.I. Korennye malochislennye narody i promyshlennoe razvitie Arktiki (etnologicheskii monitoring v Yamalo-Nenetskom avtonomnom okruge). Moskva–Shadrinsk: izd-vo OGUP «Shadrinskii Dom Pechati». 2011, (In Russ.).
30. Stepanov K.M., Lebedeva U.M., Dokhunaeva A.M., Zakharova L.S., Chugunov A.V., Efremova S.T. Rol' natural'nogo pitaniya iz mestnykh produktov v pishchevom ratsione naseleniya RS(Ya). *Yakutskii*

Физиология человека. 1999; 3 (25): 132-137.

35. Пристром М.С., Семененко И.И., Олихвер Ю.А. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты: механизмы действия, доказательства пользы и новые перспективы применения в клинической практике. Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2017; 2: 75-85.

36. Драпкина О.М., Шепель Р.Н. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и возраст-ассоциированные заболевания: реалии и перспективы. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2015; 11 (3): 309-316.

37. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. М.: Медицина, 1978. 196 с.

meditsinskii zhurnal = Yakutskii meditsinskii zhurnal. 2014. no.1, pp. 72–75, (In Russ.).

31. Tretyakova T.V., Vlasova O.S., Bichkaeva F.A. Parameters of lipid metabolism in girls of the arctic region. Complex Issues of Cardiovascular Diseases = Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistykh zabolevanii. 2017. Vol. 4 (6). pp. 40–41, (In Russ.).

32. Ivanova G.V. Ecological features of indigenous children`s nutritions in Far North [Ekologicheskie osobennosti pitaniya korenogo detskogo naseleniya Krainego Severa] Human Ecology [Ekologiya cheloveka]. 2006, no. 8, pp. 9–11, (In Russ.).

33. Potolitsyna N.N., Lyudinina A.Yu., Boyko E.R. Lipids metabolism at aboriginal adolescents in Russian European North. Nutrition issues = Voprosy pitaniya. 2011. Vol. 6 (80). pp. 19–22, (In Russ.).

34. Vostrikova O.G., Slizka I.E. The state of lipid metabolism in the population of children in the south of Primorsky region. Human Physiology = Fiziologiya cheloveka. 1999. Vol. 3 (25). pp.132–137, (In Russ.).

35. Pristrom M.S., Semenenko I.I., Olikhver Yu.A. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: mechanisms of action, evidence of benefits and new perspectives in clinical practice. International Reviews: Clinical Practice and Health = Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorov'e. 2017, no. 2, pp. 75–85, (In Russ.).

36. Drapkina OM, Shepel RN Omega-3 polyunsaturated fatty acids and age-associated diseases: realities and perspectives. Rational pharmacotherapy in cardiology = Ratsional'nya farmakoterapiya v kardiologii. 2015. Vol. 11 (3). pp. 309–316, (In Russ.).

37. Panin L.E. Energy aspects of adaptation. M.: Meditsina Publ., 1978, (In Russ.).

Авторы

Третьякова Татьяна Васильевна

К.б.н., старший научный сотрудник лаборатории биологической и неорганической химии
tretyakova.t73@mail.ru

Власова Ольга Сергеевна

К.б.н., старший научный сотрудник лаборатории биологической и неорганической химии
olgawlassova@mail.ru

Баранова Нина Федотовна

Младший научный сотрудник лаборатории биологической и неорганической химии
baranova.nfb@yandex.ru

Институт физиологии природных адаптаций ФГБУН
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН
Российская Федерация, 163061, г. Архангельск, пр. Ломоносова, 249

Authors

Tatyana V. Tretyakova

Cand. Sci. (Biol.), Senior researcher of the Laboratory of Biological and Inorganic Chemistry
tretyakova.t73@mail.ru

Olga S. Vlasova

Cand. Sci. (Biol.), Senior researcher of the Laboratory of Biological and Inorganic Chemistry
olgawlassova@mail.ru

Nina F. Baranova

Junior researcher of the Laboratory of Biological and Inorganic Chemistry
baranova.nfb@yandex.ru

Institute of Environmental Physiology of N. Laverov
Federal Center for Integrated Arctic Research of the RAS
Russian Federation, 163061, Arkhangelsk, Lomonosov Ave., 249