

ОЦЕНКА ЛИПИДНОГО СПЕКТРА И С-РЕАКТИВНОГО БЕЛКА КРОВИ У РАБОТАЮЩИХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Д. А. Нарутдинов¹, Р. С. Рахманов²✉, Е. С. Богомолова², С. А. Разгулин², Н. Н. Потехина²¹ Красноярский медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия² Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

У людей, работающих на Севере, при адаптации к экстремальным условиям жизни развивается дислипидемия, фактор риска при сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ). Целью работы была оценка уровня липидов и С-реактивного белка (СРБ), маркера воспаления при ССЗ, в крови у мужчин в Арктической зоне России. В крови двух групп: в Арктике ($n = 51$) и Субарктике ($n = 54$) (возраст — $35,7 \pm 0,6$ и $34,2 \pm 0,9$ лет ($p = 0,167$), длительность работ — $7,1 \pm 0,2$ и $6,4 \pm 0,6$ лет ($p = 0,447$)) определяли значения триглицеридов, общего холестерина, липопротеидов низкой (ЛПНП) и высокой (ЛПВП) плотности, коэффициента атерогенности (КА), СРБ. В Арктике выявлены более высокие уровни триглицеридов ($1,71 \pm 0,03$ и $1,38 \pm 0,14$ ммоль/л, $p = 0,021$), общего холестерина ($6,15 \pm 0,08$ и $5,47 \pm 0,14$ ммоль/л, $p = 0,001$), ЛПВП ($1,5 \pm 0,06$ и $1,1 \pm 0,04$ ммоль/л, $p = 0,001$); равные значения — ЛПНП ($4,07 \pm 0,08$ и $4,1 \pm 0,15$ ммоль/л, $p = 0,88$); менее значимые получены по КА ($3,41 \pm 0,18$ и $4,18 \pm 0,2$, $p = 0,007$) и СРБ ($3,41 \pm 0,18$ и $4,91 \pm 0,22$ мг/л, $p = 0,006$). Дислипидемия определена по триглицеридам у 49,0% и у 18,4%, по общему холестерину — у 98,0% и 57,8%, по ЛПНП — у 94,1% и 88,0%. ЛПВП ниже нормы у 2,0% и 36,7%, что указывает на более высокий риск сердечно-сосудистых заболеваний в Субарктике. Риск по СРБ в Арктике — у 90% (средний — у 23,5% и высокий — у 66,7%), Субарктике — у 100,0% (средний — у 7,7%, высокий — у 88,5%). Вероятно, это обусловлено особенностями питания и условий жизни. Для профилактики ССЗ в Арктической зоне исследование липидов и СРБ крови необходимо проводить при каждом периодическом медицинском обследовании независимо от возраста. Требуется алиментарная коррекция дислипидемии.

Ключевые слова: Арктическая зона, липиды, С-реактивный белок, сердечно-сосудистый риск**Вклад авторов:** Р. С. Рахманов — разработка дизайна и концепции исследования, написание статьи; Е. С. Богомолова — редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Д. А. Нарутдинов — сбор первичного материала; С. А. Разгулин — анализ литературы; Н. Н. Потехина — участие в статистической обработке материала.**Соблюдение этических стандартов:** исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (протокол № 4 от 14 марта 2022 г.); все участники исследования подписали добровольное информированное согласие.✉ **Для корреспонденции:** Рофаиль Сальвович Рахманов
пл. Минина и Пожарского, д. 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Россия; raf53@mail.ru**Статья получена:** 09.09.2023 **Статья принята к печати:** 01.11.2023 **Опубликована онлайн:** 24.11.2023**DOI:** 10.47183/mes.2023.048

ASSESSMENT OF LIPID SPECTRUM AND C-REACTIVE PROTEIN IN PEOPLE WORKING IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA

Narutdinov DA¹, Rakhmanov RS²✉, Bogomolova ES², Razgulin SA², Potekhina NN²¹ Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk Medical University, Krasnoyarsk, Russia² Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Adaptation to the extreme living conditions of the North causes dyslipidemia, a risk factor for cardiovascular diseases (CVD), in people working there. This study aimed to assess the level of lipids and C-reactive protein (CRP), a marker of inflammation in CVD cases, in the blood of men staying in the Arctic and Subarctic zones of Russia. Accordingly, the sample was divided into two group, Arctic and Subarctic, the former included 51 participants, aged 35.7 ± 0.6 years, the latter — 54 individuals, aged 34.2 ± 0.9 years ($p = 0.167$); the duration of their work/stay in the Arctic and Subarctic zones was 7.1 ± 0.2 and 6.4 ± 0.6 years ($p = 0.447$), respectively. We sampled blood of the participants and measured triglycerides, total cholesterol, low (LDL) and high (HDL) density lipoproteins, atherogenic index (AI), CRP content. Arctic group had higher levels of triglycerides (1.71 ± 0.03 and 1.38 ± 0.14 mmol/l, $p = 0.021$), total cholesterol (6.15 ± 0.08 and 5.47 ± 0.14 mmol/l, $p = 0.001$), HDL (1.5 ± 0.06 and 1.1 ± 0.04 mmol/l, $p = 0.001$); the values of LDL did not differ significantly between the groups (4.07 ± 0.08 and 4.1 ± 0.15 mmol/l, $p = 0.88$), and AI and CRP values (3.41 ± 0.18 and 4.18 ± 0.2 , $p = 0.007$; 3.41 ± 0.18 and 4.91 ± 0.22 mg/l, $p = 0.006$, respectively) were greater in the Subarctic group. By triglycerides, dyslipidemia was diagnosed in 49.0% and 18.4% of Arctic and Subarctic participants, respectively, by total cholesterol — in 98.0% and 57.8%, by LDL — in 94.1% and 88.0%. As for HDL, their level was lower than normal in 2.0% of the Arctic group subjects and 36.7% of the Subarctic group subjects, which means a higher risk of cardiovascular diseases in the Subarctic region. The level of CRP indicated that 90% of the Arctic group participants were at risk of CVD (moderate risk for 23.5%, high risk for 66.7%), and in the Subarctic group this number was 100% (moderate risk for 7.7%, high risk for 88.5%). The likely reasons behind this are the specifics of nutrition and living conditions. Program of prevention of CVD in the Arctic zone should include lipid profile and CRP tests as part of every periodic medical examination, regardless of age. It is necessary to implement dyslipidemia alimentary correction measures.

Keywords: Arctic zone, lipids, C-reactive protein, cardiovascular risk**Author contribution:** Rakhmanov RS — study design and concept, article authoring; Bogomolova ES — editing, approval of the final version of the article; Narutdinov DA — primary material collection; Razgulin SA — literature analysis; Potekhina NN — participation in statistical processing of the material.**Compliance with the ethical standards:** the study was approved by the Ethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Minutes #4 of March 14, 2022); all study participants signed a voluntary informed consent form.✉ **Correspondence should be addressed:** Rofail S. Rakhmanov
ploschad Minina i Pozharskogo, 10/1, Nizhny Novgorod, Russia; raf53@mail.ru**Received:** 09.09.2023 **Accepted:** 01.11.2023 **Published online:** 24.11.2023**DOI:** 10.47183/mes.2023.048

Дислипидемию относят к числу факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [1]. В патогенезе ССЗ не только нарушения липидного обмена, но и воспалительный процесс, один из важнейших маркеров которого — С-реактивный белок (СРБ) [2, 3]. Он может участвовать во всех стадиях развития атеросклеротического процесса [4, 5]. Тестирование на СРБ используют как для первичной (распределение групп риска ССЗ, отбор пациентов для терапии статинами), так и для вторичной профилактики ССЗ (прогноз ССЗ и осложнений его лечения, оценка эффективности лечения в группе умеренного риска ССЗ) [6].

В условиях экстремального влияния холода развивается полярная гипоксия, которая обуславливает повышение энергетического обмена организма и переключение метаболизма нутриентов с углеводного типа на липидный. Формируется полярный метаболический тип [7]. У коренных жителей Севера, придерживающихся традиционного уклада жизни и питания, он способствует высокой степени адаптации к экстремальным климатогеографическим факторам и предотвращает развитие сердечно-сосудистых и других метаболически обусловленных заболеваний. У лиц, прибывающих на Север, формируются особенности биохимических изменений организма, определяемые гормональными и метаболическими сдвигами [8, 9].

Цель работы — оценить липидный спектр и содержание С-реактивного белка крови у мужчин, работающих в Арктической зоне России.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено в июле–августе 2022 г. на примере двух групп лиц мужского пола, работающих в Арктической зоне: Арктика, за 73° с. ш. ($n = 51$ — № 1) и Субарктика, 690 с. ш. ($n = 54$ — № 2). Критерием включения в исследование было отсутствие в анамнезе сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения, воспалительного процесса в организме. Критерии исключения: коренные жители Севера, поддерживающие традиционный уклад жизни, а также лица, находившиеся в отпуске за пределами Арктической зоны. Это были практически здоровые люди в возрасте $35,7 \pm 0,6$ и $34,2 \pm 0,9$ лет ($p = 0,167$), которые проходили плановое периодическое обследование. На момент обследования жалоб на состояние здоровья они не предъявляли. Длительность пребывания в таких условиях, соответственно, $7,1 \pm 0,2$ и $6,4 \pm 0,6$ лет ($p = 0,447$).

Оценили условия быта и труда. Практически все вошедшие в группы наблюдения курили. По индексу массы тела лиц с дефицитом массы тела или ожирением не было. Деятельность лиц в Субарктике осуществлялась на территории антропогенного загрязнения (г. Норильск) [9, 10].

У всех наблюдаемых пробы крови отбирали в г. Норильске. Пробы без заморозки доставляли в аэропорт Норильска, а далее — Красноярска и затем в Центральную научно-исследовательскую лабораторию (ЦНИЛ) КрасГМУ, где проводили исследование.

Показатели липидного обмена (триглицериды (ТГ), общий холестерин (ОХ), холестерин-липопротеины низкой и высокой плотности (ЛПНП, ЛПВП), коэффициент атерогенности (КА)) исследовали на анализаторе AU 5800 (Beckman Coulter; США). С-реактивный белок определяли на автоматическом биохимическом анализаторе Cobas Integra 400 Plus (Roche Diagnostics; Швейцария).

Референтные значения триглицеридов: $< 1,7$ ммоль/л; $1,7$ – $2,25$ ммоль/л — умеренно повышенные, $2,26$ – $5,65$ ммоль/л — повышенные. Референтные значения ОХ: $3,5$ – $5,2$ ммоль/л;

$5,2$ – $6,2$ ммоль/л — погранично-высокие; $> 6,2$ ммоль/л — высокие. Референтные значения ЛПНП: до $3,37$ ммоль/л; $3,37$ – $4,27$ ммоль/л — повышенные; $> 4,27$ ммоль/л — высокие. Референтные значения ЛПВП: $0,9$ – $1,3$ ммоль/л [1]. Коэффициент атерогенности — норма $\leq 3,5$. Референтные значения СРБ — до 6 мг/л. Уровни $< 1,0$ мг/л, $1,0$ – $2,9$ мг/л, $\geq 3,0$ мг/л ассоциировались с низким, средним и высоким риском возникновения и прогрессирования ССЗ [11, 12]. Определяли значения средних величин оцениваемых показателей, соответствующие референтным и выходящие за эти границы.

Статистическую обработку первичных данных осуществляли на ПК с применением программного пакета Statistica 6.1 (StatSoft; США). Определяли нормальность распределения полученных данных по критерию Колмогорова–Смирнова, средние величины и ошибки средних ($M \pm m$); достоверность различий для параметрических выборок рассчитывали по t -критерию Стьюдента независимых выборок для вероятности $p < 0,05$. Анализировали индивидуальные показатели.

На примере среднестатистических данных, полученных для Арктики, провели корреляционный анализ между показателями липидограммы и СРБ: определяли коэффициенты корреляции по Пирсону (r_{xy}) и их статистическую достоверность. Линейную связь считали слабой при величине от 0 до 0,3, умеренной — от 0,3 до 0,5, средней — от 0,5 до 0,7, высокой — от 0,7 до 0,9, весьма высокой — от 0,9.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Группы различались по условиям быта и труда. В Арктике питались организованно в столовых при использовании консервированных продуктов с дополнительной выдачей продуктов для лиц, работающих в районах Крайнего Севера [13]. Питьевое водоснабжение — за счет использования талой воды. Проживание было организовано в специально оборудованных модулях. Работали по режиму: сутки через двое, в том числе на открытой территории (тяжелый и напряженный труд). В Субарктике проживание в благоустроенных городских квартирах, работа — в помещениях, соответствующих гигиеническим нормам. Питание домашнее. В продуктовом наборе свежие овощи, фрукты, ягоды присутствовали редко, рыбу потребляли не чаще 2–3 раз в неделю. Однако режим питания был нарушен (трехразовое — у 47,3%, двухразовое — у 52,7%), наблюдалось влияние антропогенных загрязнителей окружающей среды на жизнь. Труд напряженный, с низкой двигательной активностью.

Данные определения показателей липидного обмена помогли выявить наличие статистически значимых различий по ряду средних величин (табл. 1). Так, в условиях Арктики средний уровень ТГ был выше на 24,6%, общего холестерина — на 12,4%, ЛПВП — на 36,5%. Но КА у лиц второй группы был выше на 22,6%, чем в первой.

По индивидуальным данным в группе №1 у 51,0% обследованных лиц ТГ были в норме, № 2 — у 81,6%. Умеренно повышенные значения ТГ были определены, соответственно, в 47,1% и 4,1% проб. В Арктике у 1 человека (2,0%) показатели ТГ были повышенными, в Субарктике — у 14,3% (табл. 2). Умеренно повышенный уровень ТГ у лиц группы № 2 был статистически более значимым: выше на 8,3%.

ОХ в условиях Арктики был в пределах нормы только у 1 человека, в Субарктике — у 42,2%. Пограничные

Таблица 1. Показатели липидного обмена в группах наблюдения, абс. вел.

№ п/п	Показатели липидного спектра	Арктическая зона, М ± m		p
		Арктика	Субарктика	
1	Триглицериды	1,72 ± 0,03	1,38 ± 0,14	0,021
2	Общий холестерин	6,15 ± 0,08	5,47 ± 0,14	0,001
3	Липопротеиды низкой плотности	4,07 ± 0,08	4,1 ± 0,15	0,88
4	Липопротеиды высокой плотности	1,5 ± 0,06	1,1 ± 0,04	0,001
5	Коэффициент атерогенности	3,41 ± 0,18	4,18 ± 0,2	0,007

Таблица 2. Характеристика содержания триглицеридов в плазме крови в группах наблюдения, абс. вел.

№ п/п	Арктическая зона	Критерий оценки, М ± m		
		Норма	Умеренно повышенные	Повышенные
1	Арктика	1,61 ± 0,03	1,8 ± 0,01	2,56
2	Субарктика	1,0 ± 0,07	1,95 ± 0,07	3,31 ± 0,4
p		0,001	0,001	–

значения ОХ зарегистрированы, соответственно, у 60,8% и 24,4%, а высокие — у 37,3% и 33,3% (табл. 3). Пограничные показатели ОХ в группе №2 были ниже, а высокие — не различались.

Нормальный уровень ЛПНП был установлен у 5,9% (№ 1) и 12,0% (№ 2) обследованных лиц, повышенный, соответственно, у 64,7% и 48,0%, высокий — у 29,4% и 40,0% (табл. 4). Значения ЛПНП, выходящие за референтные границы, в группах наблюдения не различались.

Доля лиц, у которых значения ЛПВП были в пределах нормы, в группе № 1 составила 35,3%, выше нормы — у 62,7%, а ниже нормы — меньше 2,0%. В группе № 2 нормальные значения ЛПВП были у 48,3%, выше нормы — у 32,3%, ниже нормы — у 19,4%.

Нормальные значения КА в группе №1 были у 56,8% обследованных лиц, в группе №2 — 29,4%; выше нормы, соответственно, у 43,1% и 70,6% (табл. 5). Нормальные и высокие значения КА статистически не различались.

Низкие значения СРБ в группе №1 были только у 9,8% обследованных лиц, средний уровень наблюдали у 23,5% и высокий — у 66,7%. В группе №2 эти значения составили 0%, 7,7% и 88,5% соответственно (табл. 6).

При определении корреляционных связей между показателями липидного обмена и СРБ был установлена умеренная отрицательная, статистически достоверная связь только с ТГ (табл. 7).

Интересными оказались корреляционные связи между отдельными показателями липидного спектра и коэффициентом атерогенности. Так, между ХО, ЛПНП и

ТГ наблюдали статистически достоверную положительную высокую связь. Однако с ЛПВП она была недостоверной положительной слабой. Триглицериды имели достоверную положительную связь средней силы с ЛПНП. Достоверные связи выявили между КА и ЛПВП (отрицательная, весьма высокая), КА и ЛПНП (умеренной силы, положительная) (табл. 8).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Арктическая зона России включает в себя территории, морские воды, которые определены законодательством России [14]. Общее для нее — влияние на организм экстремальных погодных-климатических условий, которые негативно воздействуют на здоровье, определяя заболеваемость и смертность, работоспособность населения [15–21].

При адаптации приезжих к условиям Севера в системе адаптационных реакций происходит в том числе перестройка липидного обмена организма с развитием дислипидемии. Как показали исследования ряда авторов, уже в первый год пребывания на Севере у жителей регистрируют погранично-высокое и высокое содержание ОХ. В этот период происходит адекватная мобилизация резервов организма, которая проявляется увеличением уровня ЛПВП. Это препятствует атерогенным изменениям. Однако после пяти лет на Севере у приезжих жителей развивается дислипидемия с гиперглицидеимией, повышением содержания ОХ и ЛПНП, а уровень ЛПВП

Таблица 3. Характеристика содержания общего холестерина в плазме крови в группах наблюдения, абс. вел.

№ п/п	Арктическая зона	Критерий оценки, М ± m		
		Норма	Пограничный	Высокий
1	Арктика	5,11	5,83 ± 0,04	6,74 ± 0,11
2	Субарктика	4,41 ± 0,15	5,49 ± 0,09	6,64 ± 0,1
p		–	0,011	0,542

Таблица 4. Характеристика содержания липопротеидов низкой плотности в плазме крови в группах наблюдения, абс. вел.

№ п/п	Арктическая зона	Критерий оценки, М ± m		
		Норма	Повышенные	Высокие
1	Арктика	2,8–3,3	3,83 ± 0,04	4,77 ± 0,1
2	Субарктика	1,79–2,36	3,73 ± 0,05	4,86 ± 0,08
p			0,122	0,498

Таблица 5. Характеристика коэффициента атерогенности в группах наблюдения

№ п/п	Арктическая зона	Критерий оценки, $M \pm m$	
		Норма	Выше нормы
1	Арктика	$2,56 \pm 0,13$	$4,47 \pm 0,2$
2	Субарктика	$2,68 \pm 0,1$	$4,46 \pm 0,16$
p		0,729	0,988

Таблица 6. Характеристика С-реактивного белка в группах наблюдения, абс. вел.

№ п/п	Критерий оценки	Арктическая зона, $M \pm m$		p
		Арктика	Субарктика	
1	СРБ по группам	$3,41 \pm 0,18$	$4,91 \pm 0,22$	0,006
2	СРБ низкий	$0,87 \pm 0,09$ (5)	0,86	-
3	СРБ средний	$2,0 \pm 0,17$ (12)	2,45–2,89	-
4	СРБ высокий	$4,97 \pm 0,15$ (34)	$5,12 \pm 0,12$	0,467

снижается по сравнению с данными первого года до 1,4 раза [22, 23].

В нашем исследовании у работающих в Арктической зоне мужчин средний уровень ЛПВП был повышенным на протяжении более длительного времени, чем у приезжих жителей, что свидетельствовало об адекватной мобилизации резервов организма в ответ на влияние условий Севера. При этом в группе №1 доля лиц с таким уровнем ЛПВП была в 1,9 раза больше, а с низким уровнем — в 9,7 раза меньше, что указывает на большую адаптированность работающих в Арктике. Преобладание доли лиц с повышенным содержанием ЛПВП в Арктике по сравнению с Субарктикой — признак большей значимости компенсаторного характера обмена липидов у лиц группы №1, что подтверждается КА.

Дислипидемия связана с повышением риска сердечно-сосудистых событий [24]. Доказана обратная связь между уровнем ЛПВП и риском развития ишемической болезни сердца [25]. ЛПВП влияют на обратный транспорт ОХ из артериальной стенки и периферических тканей в печень, предохраняют ЛПНП от окисления, оказывают противовоспалительное и сосудорасширяющее действия на клетки сосудистой стенки [26]. Таким образом, у значительной доли работающих в условиях Субарктики «защитные функции» ЛПВП были сниженными. Среди причин низкого содержания ЛПВП в плазме крови — недостаточное поступление холестерина с пищей и низкая двигательная активность [27]. Возможно,

низкие показатели ЛПВП были связаны и с влиянием антропогенных загрязнителей окружающей среды, но это заключение требует дальнейшего исследования.

В патогенезе большинства ССЗ атеро- и тромбогенного происхождения лежат как нарушения липидного обмена, так и процессы воспаления; СРБ — ведущий медиатор острой фазы и маркер воспаления [2, 28–30]. Он считается реальным фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний, как ОХ и ЛПНП, что расширяет концепцию остаточного риска сердечно-сосудистых воспалений [30]. СРБ откладывается в атеросклеротических бляшках и поврежденных тканях [3, 26, 27]. Чем выше содержание СРБ, тем больше ассоциация с относительным риском возникновения и прогрессирования кардиоваскулярных событий [11–12]. В нашем наблюдении значения СРБ находились в пределах референтных границ. Однако у 90% работающих в Арктике был выявлен риск ССЗ (более чем у 2/3 — высокий), а в условиях Субарктики — у 100,0% (при этом доля лиц с высоким риском была выше на 21,8%).

Проведение корреляционного анализа показало наличие связи СРБ только с ТГ и подтвердило, что СРБ — независимый риск-фактор при ССЗ для здоровья работающих в Арктической зоне.

Таким образом, у работающих в Субарктике риск сердечно-сосудистых заболеваний более выражен, нежели в условиях Арктики. Вероятно, это обусловлено особенностями питания, влияния условий труда и жизни. Необходимы алиментарная коррекция дислипидемии и,

Таблица 7. Корреляции между показателями липидного спектра и СРБ

№ п/п	Показатели спектра липидов – СРБ	Критерий Пирсона	p
1	Общий холестерин	–0,022	0,917
2	Липопротеиды высокой плотности	–0,06	0,675
3	Липопротеиды низкой плотности	–0,081	0,588
4	Триглицериды	–0,453	0,02
5	Коэффициент атерогенности	0,097	0,497

Таблица 8. Корреляционные связи между показателями липидного спектра

№ п/п	Показатель	ЛПВП		ЛПНП		Триглицериды		КА	
		Критерий Пирсона	p	Критерий Пирсона	p	Критерий Пирсона	p	Критерий Пирсона	p
1	Общий холестерин	0,282	0,172	0,837	0,001	0,894	0,001	0,164	0,435
2	Триглицериды	0,129	0,528	0,51	0,008	–	–	0,009	0,986
3	Липопротеиды низкой плотности	–0,155	0,298	–	–	0,51	0,008	0,412	0,004
4	Коэффициент атерогенности	–0,912	0,001	0,412	0,004	0,009	0,966	–	–

возможно, терапевтические вмешательства по снижению уровня СРБ.

Выявление факторов риска ССЗ, в том числе дислипидемии, рекомендовано проводить у мужчин, достигших 40 лет и женщин, достигших 50 лет или после наступления менопаузы [1]. Наше исследование указывает на необходимость проведения оценки липидного спектра и уровня СРБ в связи не с возрастом, а с ходом работ в Арктической зоне, ежегодно в перечне исследований при периодических медицинских обследованиях. Это позволит своевременно корректировать атеросклеротические и воспалительные изменения в организме и снижать риск возникновения ССЗ.

ВЫВОДЫ

В Арктике установлены более высокие значения по триглицеридам ($1,71 \pm 0,03$ и $1,38 \pm 0,14$ ммоль/л, $p = 0,021$), общему холестерину ($6,15 \pm 0,08$ и $5,47 \pm 0,14$ ммоль/л, $p = 0,001$), липопротеидам высокой плотности ($1,5 \pm 0,06$ и $1,1 \pm 0,04$ ммоль/л, $p = 0,001$); равные — по липопротеидам

низкой плотности ($4,07 \pm 0,08$ и $4,1 \pm 0,15$ ммоль/л, $p = 0,88$); менее значимые по коэффициенту атерогенности ($3,41 \pm 0,18$ и $4,18 \pm 0,2$, $p = 0,007$) и С-реактивному белку ($3,41 \pm 0,18$ и $4,91 \pm 0,22$ мг/л, $p = 0,006$) по сравнению с показателями в Субарктике. Дислипидемия у работающих людей в Арктике выявлена по триглицеридам у 49,0%, в Субарктике — у 18,4%, по общему холестерину — у 98,1% и 57,7%, по липопротеинам низкой плотности — у 94,1% и 88,0% соответственно. Липопротеиды высокой плотности ниже нормы, соответственно, у 2,0% и 19,4%, что указывает на более высокий риск сердечных событий в условиях Субарктики. Риск сердечно-сосудистых заболеваний по С-реактивному белку в условиях Арктики — у 90% (средний у 23,5% и высокий — у 66,7%), Субарктики — у 100,0% (средний — у 7,7%, высокий — у 88,5%). Для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и принятия медицинских решений в условиях работ в Арктической зоне исследование липидов и СРБ крови необходимо проводить при каждом периодическом медицинском обследовании независимо от возраста.

Литература

1. Кухарчук В. В., Ежов М. В., Сергиенко И. В., Арабидзе Г. Г., Балахонова Т. В., Гуревич В. С. и др. Клинические рекомендации Евразийской ассоциации кардиологов (ЕАК)/Национального общества по изучению атеросклероза (НОА) по диагностике и коррекции нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза (2020). Евразийский кардиологический журнал. 2020; 2: 6–29. DOI: 10.38109/2225-1685-2020-2-6-29.
2. Уткина Е. А., Афанасьева О. И., Покровский С. Н. С-реактивный белок: патогенетические свойства и возможная терапевтическая мишень. Российский кардиологический журнал. 2021; 26 (6): 4138. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4138.
3. Melnikov IS, Kozlov SG, Saburova OS, Avtaeva YN, Guria KG, Gabbasov ZA. Monomeric C-reactive protein in atherosclerotic cardiovascular disease: advances and perspectives. Int J Mol Sci. 2023; 24 (3): 2079.
4. Avan A, Tavakoly Sany SB, Ghayour-Mobarhan M, Rahimi HR, Tajfard M, Gordon Ferns G. Serum C-reactive protein in the prediction of cardiovascular diseases: Overview of the latest clinical studies and public health practice. J Cell Physiol. 2018; 233 (11): 8508–25. DOI:10.1002/jcp.26791.
5. Shah PK. Inflammation, infection and atherosclerosis. Trends Cardiovasc Med. 2019; 29 (8): 468–72. DOI: 10.1016/j.tcm.2019.01.004.
6. Adukauskienė D, Čigonienė A, Adukauskaitė A, Pentiokinienė D, Šlapikas R, Čeponienė I. Clinical relevance of high sensitivity C-reactive protein in cardiology Medicina (Kaunas). 2016; 52 (1): 1–10. DOI: 10.1016/j.medic.2015.12.001.
7. Нагибович О. А., Уховский Д. М., Жекалов А. Н. и др. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2016; 2 (54): 202–5.
8. Севостьянов Е. В. Особенности липидного и углеводного метаболизма человека на Севере (обзор литературы). Бюллетень сибирской медицины. 2013; 12 (1): 93–100.
9. Куркатов С. В., Тихонова И. В., Иванова О. Ю. Оценка риска воздействия атмосферных загрязнений на здоровье населения г. Норильска. Гигиена и санитария. 2015; 94 (2): 28–31.
10. Ревич Б. А. Риски здоровью населения в «горячих точках» от химического загрязнения Арктического макрорегиона. Проблемы прогнозирования. 2020; 2: 148–57.
11. Хазова Е. В., Булашова О. В., Амиров Н. Б. Нужно ли определять высокочувствительный С-реактивный белок у пациентов с хронической сердечной недостаточностью: клинические и прогностические аспекты. Вестник современной клинической медицины. 2022; 15 (4): 54–9. DOI: 10.20969/VSKM.2022.
12. Kramer F, Voss S, Roessig L, et al. Evaluation of high sensitivity C-reactive protein and uric acid in vericiguat-treated patients with heart failure with reduced ejection fraction. Eur J Heart Fail. 2020; 22 (9): 1675–83. DOI: 10.1002/ehfj.1787.
13. Постановление Правительства РФ от 29.12.2007 № 946 (ред. от 18.09.2020) «О продовольственном обеспечении военнослужащих и некоторых других категорий лиц, а также об обеспечении кормами (продуктами) штатных животных воинских частей и организаций в мирное время».
14. Федеральный закон от 13.07.2020 №193-ФЗ «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации».
15. Гринин Л. А., Шишков А. А., Дворников М. В. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера. Здоровье населения и среда обитания. 2014; 4 (253): 4–6.
16. Депутат И. С., Дерябина И. Н., Нехорошкова А. Н., Грибанов А. В. Влияние климатоэкологических условий Севера на процессы старения. Журн. мед.-биол. исследований. 2017; 5 (3): 5–17.
17. Чашин В. П., Гудков А. Б., Чашин М. В., Попова О. Н. Предиктивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода. Экология человека. 2017; 5: 3–13.
18. Полякова Е. М., Чашин В. П., Мельцер А. В. Факторы риска нарушений здоровья у работников нефтедобывающего предприятия, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодный период года. Анализ риска здоровью. 2019; 4: 84–92.
19. Полякова Е. М., Мельцер А. В. Сравнительный анализ состояния здоровья работников, выполняющих трудовые операции на открытой территории в холодный период года, по результатам анкетирования. Профилактическая и клиническая медицина. 2019; 4 (73): 35–44.
20. Morris DM, Pilcher JJ, Powell RB. Task-dependent cold stress during expeditions in Antarctic environments. Int J Circumpolar Health. 2017; 76 (1): 1379306. DOI:10.1080/22423982.2017.1379306.
21. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А., Богданов М. Ю. Эколого-физиологическая характеристика климатических

- факторов Арктики. Обзор литературы. Морская медицина. 2017; 3 (1): 7–13.
22. Панин Л. Е. Обмен липопротеинов и атеросклероз. Бюллетень СО РАМН. 2006; 2 (120): 15–22.
 23. Кривошапкина З. Н., Миронова Г. Е., Семёнова Е. И., Олешева Л. Д., Яковлева А. И. Показатели липидного обмена у пришлых жителей Якутии в зависимости от сроков проживания на Севере. Якутский медицинский журнал. 2018; 2: 28–30. DOI: 10.25789/YMJ.2018.62.09.
 24. Гуревич В. С., Козиолова Н. А., Ежов М. В., Сергиенко И. В., Алиева А. С., Вавилова Т. В. и др. Нерешенные проблемы дислипидемии и резидуального сердечно-сосудистого риска. Атеросклероз и дислипидемии. 2022; 1 (46): 31–9. DOI: 10.34687/2219-8202.JAD.2022.01.0003.
 25. Потеряева О. Н., Усынин И. Ф. Дисфункциональные липопротеины высокой плотности при сахарном диабете 2 типа. Проблемы эндокринологии. 2022; 68 (4): 69–77. DOI: 10.14341/probl13118.
 26. Wong N, Nicholls S, Tan J, Bursill C. The role of high-density lipoproteins in diabetes and its vascular complications. *Int J Mol Sci.* 2018; 19 (6): 1680. DOI: 10.3390/jms19061680.
 27. Агейкин А. В., Алмакаева А. Д. Липопротеиды высокой плотности как главный антиатерогенный фактор развития атеросклероза. Молодой ученый. 2015; 1 (81): 139–41.
 28. Yousuf O, Mohanty BD, Martin SS, Joshi PH, Blaha MJ, Nasir K, et al. High-sensitivity C-reactive protein and cardiovascular disease: a resolute belief or an elusive link? *J Am Coll Cardiol.* 2013; 62 (5): 397–408. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.016.
 29. Denegri A, Boriani G. High Sensitivity C-reactive Protein (hsCRP) and its Implications in Cardiovascular Outcomes. *Curr Pharm Des.* 2021; 27 (2): 263–75. DOI: 10.2174/1381612826666200717090334.
 30. Boncler M, Wu Y, Watala C. The Multiple Faces of C-Reactive Protein-Physiological and Pathophysiological Implications in Cardiovascular Disease. *Molecules.* 2019; 24 (11): 2062. DOI: 10.3390/molecules24112062.
- ### References
1. Kukharchuk VV, Ezhov MV, Sergienko IV, Arabidze GG, Balakhonova TV, Gurevich VS, et al. Eurasian Association of Cardiology (EAC)/ Russian National Atherosclerosis Society (RNAS) Guidelines for the diagnosis and correction of dyslipidemia for the prevention and treatment of atherosclerosis (2020). *Eurasian heart journ.* 2020; 2: 6–29. DOI: 10.38109/2225-1685-2020-2-6-29. (Russian).
 2. Utkina EA, Afanasyeva OI, Pokrovsky SN. C-reactive protein: pathogenetic characteristics and possible therapeutic target. *Russian Journal of Cardiology.* 2021; 26 (6): 4138. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4138. (Russian).
 3. Melnikov IS, Kozlov SG, Saburova OS, Avtaeva YN, Guria KG, Gabbasov ZA. Monomeric C-reactive protein in atherosclerotic cardiovascular disease: advances and perspectives. *Int J Mol Sci.* 2023 Jan 20; 24 (3): 2079.
 4. Avan A, Tavakoly Sany SB, Ghayour-Mobarhan M, Rahimi HR, Tajfard M, Gordon Ferns G. Serum C-reactive protein in the prediction of cardiovascular diseases: Overview of the latest clinical studies and public health practice. *J Cell Physiol.* 2018; 233 (11): 8508–25. DOI:10.1002/jcp.26791.
 5. Shah PK. Inflammation, infection and atherosclerosis. *Trends Cardiovasc Med.* 2019; 29 (8): 468–72. DOI: 10.1016/j.tcm.2019.01.004.
 6. Adukauskienė D, Čiginskienė A, Adukauskaitė A, Pentiokinienė D, Šlapikas R, Čeponienė I. Clinical relevance of high sensitivity C-reactive protein in cardiology *Medicina (Kaunas).* 2016; 52 (1): 1–10. DOI: 10.1016/j.medic.2015.12.001.
 7. Nagibovich OA, Ukhovskiy DM, Zhekalov AN, et al. Mechanisms of hypoxia in Arctic zone of Russian Federation. *Bulletin Of The Russian Military Medical Academy.* 2016; 2 (54): 202–5. (Russian).
 8. Sevostyanova YV. Some features of human lipid and carbohydrate metabolism in the North. *Bulletin of Siberian Medicine.* 2013; 12 (1): 93–100. (Russian).
 9. Kurkatov SV, Tikhonova IV, Ivanova OYu. Assessment of the risk of environmental atmospheric pollutants for the health of the population of the city of Norilsk. *Hygiene and Sanitation.* 2015; 94 (2): 28–31. (Russian).
 10. Revich BA. Riski zdorov'yu naseleniya v «goryachikh tochkakh» ot khimicheskogo zagryazneniya Arkticheskogo makroregiona. *Problemy prognozirovaniya.* 2020; 2: 148–57. (Russian).
 11. Hazova EV, Bulashova OV, Amirov NB. Is it necessary to determine highly sensitive C-reactive protein in patients with chronic heart failure: clinical and prognostic aspects. *Bulletin of contemporary clinical medicine.* 2022; 15 (4): 54–9. DOI: 10.20969/VSKM.2022. (Russian).
 12. Kramer F, Voss S, Roessig L, et al. Evaluation of highsensitivity C-reactive protein and uric acid in vericiguatlreated patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Eur J Heart Fail.* 2020; 22 (9): 1675–83. DOI: 10.1002/ehf.1787.
 13. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 29.12.2007 № 946 (red. ot 18.09.2020) «O prodovol'stvennom obespechenii voennosluzhashchikh i nekotorykh drugih kategoriy lits, a takzhe ob obespechenii kormami (produktami) shtatnykh zhivotnykh voinskikh chastey i organizatsiy v mirnoe vremya». (Russian).
 14. Federal'nyy zakon ot 13.07.2020 №193-FZ «O gosudarstvennoy podderzhke predprinimatel'skoy deyatel'nosti v Arkticheskoy zone Rossiyskoy Federatsii». (Russian).
 15. Gridin LA, Shishov AA, Dvornikov MV. Features adaptation reactions of human in Far North. *Public Health and Life Environment.* 2014; 4 (253): 4–6. (Russian).
 16. Deputat IS, Deryabina IN, Nekhoroshkova AN, Gribov AV. Effect of Climatic and Ecological Conditions of the North on Ageing Processes. *Journal of Medical and Biological Research.* 2017; 5 (3): 5–17. (Russian).
 17. Chashchin VP, Gudkov AB, Chashchin MV, Popova ON. Predictive Assessment of Individual Human Susceptibility to Damaging Cold Exposure. *Human Ecology.* 2017; 5: 3–13. (Russian).
 18. Polyakova EM, Chashchin VP, Meltser AV. Risk factors causing health disorders among workers involved in oil extraction and performing their working tasks outdoors during a cold season. *Health Risk Analysis.* 2019; 4: 84–92. (Russian).
 19. Polyakova EM, Meltser AV. Comparative analysis of health status of employees working in an open territory in t cold period of the year according to questionnaire results. *Preventive and clinical medicine* 2019; 4 (73): 35–44. (Russian).
 20. Morris DM, Pilcher JJ, Powell RB. Task-dependent cold stress during expeditions in Antarctic environments. *Int J Circumpolar Health.* 2017; 76 (1): 1379306. DOI:10.1080/22423982.2017.1379306.
 21. Gudkov AB, Popova ON, Nebuchennyyh AA, Bogdanov MYu. Ecological and physiological characteristic of the Arctic climatic factors. *Review. Marine medicine.* 2017; 3 (1): 7–13. (Russian).
 22. Panin LE. Lipoprotein metabolism and atherosclerosis. *The Siberian Scientific Medical Journal.* 2006; 2 (120): 15–22. (Russian).
 23. Krivoshepkina ZN, Mironova GE, Semenova EI, Olesova LD, Yakovleva AI. Pokazateli lipidnogo obmena u prishlykh zhitel'ey Yakutii v zavisimosti ot srokov prozhivaniya na Severe. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal.* 2018; 2: 28–30. DOI: 10.25789/YMJ.2018.62.09. (Russian).
 24. Gurevich VS, Koziova NA, Ezhov MV, Sergienko IV, Alieva AS, Vavilova TV, et al. Unsolved problems of dyslipidemia and residual cardiovascular risk. *The Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias.* 2022; 1 (46): 31–9. DOI: 10.34687/2219-8202.JAD.2022.01.0003. (Russian).
 25. Poteryaeva ON, Usynin IF. Dysfunctional high-density lipoproteins in diabetes mellitus. *Problems of endocrinology.* 2022; 68 (4): 69–77. DOI: 10.14341/probl13118. (Russian).
 26. Wong N, Nicholls S, Tan J, Bursill C. The role of high-density lipoproteins in diabetes and its vascular complications. *Int J Mol Sci.* 2018; 19 (6): 1680. DOI: 10.3390/jms19061680.

27. Ageykin AV, Almakaeva AD. Lipoproteidy vysokoy plotnosti kak glavnyy antiaterogennyy faktor razvitiya ateroskleroza. *Molodoy uchenyy*. 2015; 1 (81): 139–41. (Russian).
28. Yousuf O, Mohanty BD, Martin SS, Joshi PH, Blaha MJ, Nasir K, et al. High-sensitivity C-reactive protein and cardiovascular disease: a resolute belief or an elusive link? *J Am Coll Cardiol*. 2013; 62 (5): 397–408. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.016.
29. Denegri A, Boriani G. High Sensitivity C-reactive Protein (hsCRP) and its Implications in Cardiovascular Outcomes. *Curr Pharm Des*. 2021; 27 (2): 263–75. DOI: 10.2174/1381612826666200717090334.
30. Boncler M, Wu Y, Watala C. The Multiple Faces of C-Reactive Protein-Physiological and Pathophysiological Implications in Cardiovascular Disease. *Molecules*. 2019; 24 (11): 2062. DOI: 10.3390/molecules24112062.