

Е.Н. Сивцева, С.С. Шадрина, Т.К. Давыдова,
С.И. Сивцев, В.Н. Мельников, И.А. Киренский

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СОВРЕМЕННЫХ ЭВЕНКОВ, КОРЕННОГО ЭТНОСА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

DOI 10.25789/YMJ.2023.81.23

УДК 616.517:577.12(048)

Методом масс-спектрометрии определено содержание в сыворотке крови 4 макроэлементов: натрия (Na), магния (Mg), фосфора (P) и кальция (Ca), у эвенков, проживающих в пос. Жилинда Оленекского района Якутии. Исследование выявило в сыворотке эвенков пониженный уровень кальция и повышенное содержание фосфора по сравнению с литературными данными, что может повлиять на развитие заболеваний в этой этнической группе.

Ключевые слова: основные элементы, сыворотка, коренные народы Севера, эвенки, Арктика, натрий, магний, фосфор, кальций.

Mass spectrometry was used to determine the content of 4 macroelements in the blood serum: sodium (Na), magnesium (Mg), phosphorus (P) and calcium (Ca), in Evenks living in the village Zhilinda Oleneksky district of Yakutia. The study revealed a reduced level of calcium and an increased content of phosphorus in the serum of Evenks compared to the literature data, which may affect the development of diseases in this ethnic group.

Keywords: major elements, serum, indigenous peoples of the North, Evenks, Arctic, sodium, magnesium, phosphorus, calcium.

Введение. В условиях хрупкой природы Российской Арктики проживают 45 коренных малочисленных народов Севера. Сравнительный анализ Всероссийских переписей 2002 и 2010 гг. показал, что у 15 этносов отмечалось незначительное увеличение численности, у всех остальных этносов наблюдалось резкое сокращение: керекы - 4, энцы - 227, уйльта (ороки) - 295, чульмцы - 365, тофалары - 762, а также зафиксировано «полное ассимилирование» алыторцев и ижорцев [2, 3, 8]. Согласно Всероссийской переписи 2010 г., в Якутии проживает 958,5 тыс. чел., из которых коренное население составляет: якутов - 466,5 (48,7%), эвенков - 21,0 (2,2%), эвенов - 15,1 (1,6%), долган - 1,9 тыс. чел. (0,2%) [7].

В условиях современного социально-экономического развития коренные малочисленные народы Севера России не придерживаются традиционного образа жизни, что влечет за собой ухудшение здоровья. Показатели заболеваемости и смертности населения северных регионов выросли [5]. В настоящее время в Федеральной службе государственной статистики РФ нет данных о состоянии здоровья коренного населения Севера, так как эти сведения фиксируются в рамках административного образования.

По итогам Всероссийской переписи 2010 г., численность эвенков составила 37800 чел., из них 21000 чел. проживает на территории Якутии [7]. В настоящее время эвенки ведут оседлый образ жизни, проживают изолированно в тундре в национальных поселках. Незначительное количество мужчин занимается оленеводством, охотой и рыбалкой. Отмечается резкое уменьшение поголовья домашних оленей. Четверть населения не каждый день потребляет оленину и рыбные продукты, которые традиционно представляли собой базовую часть пищевого рациона коренных малочисленных народов Севера. Рацион питания эвенков состоял из хлебобулочных, макаронных изделий и сахара [10].

Основные элементы, входящие в состав биологических жидкостей и тканей человека: кальций, магний, натрий, калий, фосфор, сера, фтор и хлор, играют важную роль в обмене веществ и патогенезе заболеваний [6]. Изучены их содержание в разном воз-

расте человека, определены референсные значения. В практику здравоохранения России внедрены методы биохимического анализа для определения содержания макроэлементов в сыворотке крови пациентов. К сожалению, эти рутинные анализы проводятся в лабораториях больших городов по медицинским показаниям. Коренным малочисленным народам Севера, живущим в отдаленных поселках, такие виды медицинских исследований не доступны.

В этой связи **целью** настоящего исследования было определение регионального базового уровня макроэлементов в сыворотке крови эвенков и поиск зависимости содержания элементов от возраста у взрослого населения.

Материалы и методы исследования. В исследовании участвовали 103 эвенка, проживающих в пос. Жилинда Оленекского района Якутии. Из них мужчин было 39 (37,9%), женщин - 64 (62,1%) (табл. 1). Возраст исследуе-

Таблица 1

Пол и возраст обследованных,
абс. число

Возраст, лет	Мужчины	Женщины	Всего
25-29	1	2	3
30-39	7	10	17
40-49	8	12	20
50-59	15	19	34
60-69	8	18	26
70-79	-	3	3
Итого	39	64	103

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск: **СИВЦЕВА Елена Николаевна** - к.м.н., с.н.с., sivelya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6907-9800>, **ШАДРИНА Светлана Семёновна** - с.н.с., svetlana.maksimo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3099-431X>, **КИРЕНСКИЙ Иннокентий Артемович** - ординатор, Kirenskiy.i.a@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3924-9789>; **ДАВЫДОВА Татьяна Кимовна** - к.м.н., в.н.с. ЯНЦ КМП, г. Якутск, tanya.davydova.56@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9525-1512>; **МЕЛЬНИКОВ Владимир Николаевич** - д.б.н., в.н.с. НИИ нейронаук и медицины, г. Новосибирск, mevlanic@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5786-1870>; **СИВЦЕВ Семен Исаевич** - аспирант Института проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, sivtsevsemen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9359-3420>;

мых от 25 до 79 лет. Средний возраст со стандартными отклонениями у мужчин составил 54 (41-59) года, женщин – 55 (44-61) лет, без статистически значимых различий.

При определении этнической принадлежности использовали метод опроса и учитывали национальность предков в трех поколениях. Поселок Жилинда расположен за полярным кругом в лесотундре на берегу р. Малая Куонапка, притока р. Анабар. До ближайшего пос. Оленек дорога есть только зимником 300 км, регулярные авиарейсы отсутствуют. Население составляют коренные малочисленные народы Севера – эвенки (взрослых 400, детей 200), занимающиеся оленеводством и промысловой охотой. Жителями поселка эвенкийский язык утерян, общение ведется на якутском языке. Перед включением в исследование у жителей было получено письменное информированное согласие. Обследование проводилось в соответствии с принципами и этическими нормами, установленными Хельсинкской декларацией (ЭК ЯНЦ КМП, г. Якутск, протокол №46, 2017).

Сыворотку отделяли и хранили в аликвотах, замороженных при температуре -40°C. Количественное определение содержания основных элементов в сыворотке производили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе Elan 9000 (Perkin Elmer, США). Были изучены содержание следующих 4 элементов: натрия (Na), магния (Mg), фосфора (P), кальция (Ca). Разложение проб производили в стеклоглеродных тиглях открытым способом. Для определения концентрации элементов брали аликвоту 0,5 мл. Для разложения образца в него добавляли по 1 мл конц. HNO_3 и H_2O_2 , после выпаривания к сухому остатку прилили 10 мл 10% HNO_3 и прогрели до полного растворения осадка. После этого раствор охладили до комнатной температуры, перенесли в мерную пробирку и довели 2% HNO_3 до объема 50 мл. Калибровочные прямые строили по трем точкам: 0; 20 и 40 мкг/дм³, для чего использовали мультиэлементные стандартные растворы фирмы Perkin Elmer. Для снижения влияния матричного эффекта на определение концентраций элементов использовали метод внутреннего стандарта, в качестве которого использовали изотоп индия ^{115}In , его дополнительно добавляли во все пробы в концентрации 40 мкг/дм³. По возможности, для определения концентрации элементов были выбра-

ны изотопы наиболее распространенные и с минимальными изобарными и полиатомными интерференциями. Содержание исследуемых химических элементов в сыворотке крови выражалось в миллиграммах на литр (мг/л).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета прикладных программ SPSS 19.0. Проверка нормальности распределения количественных признаков проведена с использованием критерия Шапиро-Уилка. Проведен описательный анализ числовых характеристик признаков (Me (Q25-Q75) – медиана (межквартильный размах 25 и 75)). При сравнении различий в группах использовались непараметрические критерии оценки (U-тест по методу Манна – Уитни). Для анализа связи между количественными признаками применялся корреляционный анализ с вычислением корреляционного коэффициента Спирмана (rs). Критическое значение уровня значимости (p) принималось равным 0,05.

Результаты и обсуждение. Содержание в сыворотке крови эвенков основных «структурных» элементов человека, натрия (Na), магния (Mg), фосфора (P), кальция (Ca), представлено в табл. 2 и 3. Макроэлементы в сыворотке крови эвенков имели нормальное распределение в выборке,

кроме кальция. В табл. 3 отражены средние значения основных элементов в сыворотке у эвенков, приведены значения литературных данных, изученных методом МС-ИСП. Сывороточные макроэлементы натрия (Na) и магний (Mg) у эвенков оказались в пределах значений литературных данных. Содержание фосфора (P) в сыворотке было на уровне верхней границы литературных значений, а кальция (Ca) – пониженным.

Проведен анализ содержания элементов отдельно у мужчин и женщин (табл. 4). При сравнении по полу медианы макроэлементов статистически значимых различий не выявлено.

Проведен корреляционный анализ содержания сывороточного кальция (Ca) в зависимости от возраста у обоих полов. При этом у женщин-эвенки выявлена тенденция к снижению уровня кальция с возрастом ($r_s = -0,2$; $p = 0,15$) (рисунок). У мужчин-эвенков зависимость содержания кальция от возраста не обнаружена ($r_s = 0,0003$; $p = 0,998$). Зависимость содержания сывороточного фосфора (P), натрия (Na), магния (Mg) от возраста у эвенков обоего пола статистически значимо не различалась.

Из всех электролитов натрия (Na) в человеческом организме больше всего. Натрий присутствует во всех

Таблица 2

Содержание основных элементов в сыворотке крови эвенков (n=103), мг/л

Основной элемент	Медиана	1-й кварт. 25%	3-й кварт. 75%	Среднее	SD ¹	Min	Max	Sh-W test ²
Натрий (Na)	3002,3	2801,5	3113,7	2972,0	201,3	2540	3450	0,220
Магний (Mg)	17,8	12,5	22,1	17,7	5,6	7,5	33,7	0,182
Фосфор (P)	130,3	105,1	159,1	131,3	33,1	58,0	200	0,077
Кальций (Ca)	72,8	51,0	138,6	111,4	93,7	14,6	414,7	0,000

¹SD – стандартное отклонение.

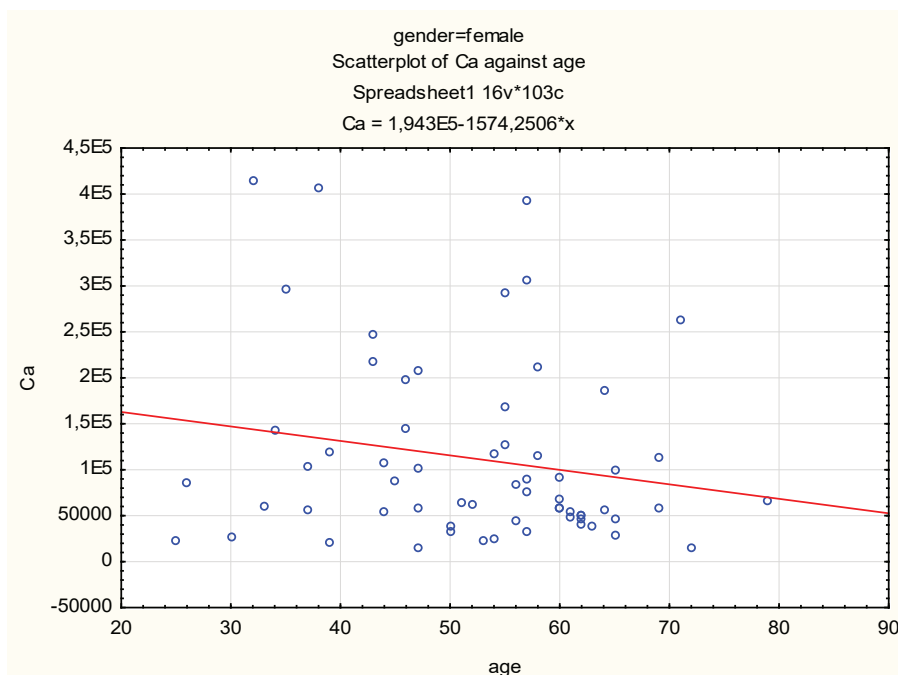
²Sh-W test – критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk тест).

Таблица 3

Содержание основных элементов в сыворотке крови эвенков и значения литературных данных, мг/л

Основной элемент	Эвенки, n=103	Значения литературных данных
	Me (Q25-Q75)	
Натрий (Na)	3002,3 (2801,5-3113,7)	2277-4320
Магний (Mg)	17,8 (12,5-22,1)	14,8-34,0
Фосфор (P)	130,3 (105,1-159,1)	77-133
Кальций (Ca)	72,8 (51,0-138,6)	77-125

Me (Q25-Q75) – медиана (межквартильный размах 25 и 75).



Зависимость содержания кальция в сыворотке у женщин от возраста

жидкостях и тканях организма, но в наибольшей концентрации – в крови и во внеклеточной жидкости. Он играет главную роль в распределении жидкости между внеклеточным и внутриклеточным пространствами. Различия в концентрациях электролитов в клетке и внеклеточной жидкости поддерживаются с помощью механизма активного транспорта ионов, который осуществляется при участии натриево-калиевого насоса. Натрий (Na) необходим для образования костной ткани, передачи импульсов в нервной системе, мышечных сокращений. Удаление натрия из организма осуществляется главным образом с мочой. В почках ион после клубочковой фильтрации реабсорбируется в канальцах. На активность реабсорбции ионов Na существенное влияние оказывает концентрация альдостерона в организме, секреция которого корой надпочечников находится

под контролем ренин-ангиотензиновой системы [6]. Для людей источник натрия – столовая соль. Большинство получает суточную норму этого элемента из соли. В медицинских лабораториях России определение концентрации натрия в сыворотке крови проводится ионоселективным методом, за норму принят референтный интервал в 136-145 ммоль/л (3126,6-3333,6 мг/л) [16]. В нашем исследовании содержание сывороточного макроэлемента натрия (Na) у эвенков (3002,3 мг/л) было ниже при сравнении с результатами, полученными методом МС-ИСП у жителей г. Новосибирск, Сибирь - 4321 мг/л [11], у здоровых взрослых в Германии - 4190 мг/л [27]. В Испании у пожилых с возрастной катарактой сывороточный Na составил 2277-3666 мг/л [12]. Содержание Na в сыворотке крови у эвенков не различалось в зависимости от пола (табл. 4) и возраста.

Магний (Mg) – минерал, участвующий в выработке энергии, мышечном сокращении, проведении нервного импульса, построении каркаса костей. Он поступает в организм из пищи, всасываясь в тонком и толстом кишечнике. Магний в основном сосредоточен в костях, клетках и тканях [6]. Наибольшая его часть (60%) содержится в костях, формируя в содружестве с кальцием (Ca) их структуру. В то же время Mg является естественным физиологическим антагонистом ионов кальция. В крови находится около 1 % от общего количества магния [4, 6]. В российском здравоохранении определение магния в сыворотке крови проводится ионоселективным методом, референтный интервал у взрослых составляет 0,66-1,07 ммоль/л (16,05-26,01 мг/л) [16]. По литературным данным, сывороточный магний (Mg) методом МС-ИСП установлен у жителей Германии - 14,75 мг/л [27], жителей Шанхая в Китае - 17,9 мг/л [28], девушек-студенток г. Ярославль - 19,2 мг/л [9], жителей г. Санкт-Петербург - 19,4 мг/л [1], пожилых с глазными болезнями в Испании - 23 мг/л [12], населения г. Новосибирска - 28,0 мг/л [11], у пожилых в Швейцарии - 34,0 [17]. У жителей Жилинды сывороточный Mg (17,8 мг/л) находился в пределах литературных значений без различий в зависимости от пола (табл. 4) и возраста.

Фосфор (P) выполняет фундаментальную роль в основных клеточных процессах, таких как биоэнергетика, внутриклеточная сигнализация и минерализация костей и зубов, входит в состав нуклеиновых кислот, клеточных мембран. Около 70-80% фосфора в организме связано с кальцием, формируя каркас костей и зубов, 10% находится в мышцах и около 1% в нервной ткани. Оставшаяся часть содержится во всех клетках организма в качестве запаса энергии. В норме около 1% всего фосфора находится в крови [6, 22]. Фосфор, находясь в составе

Таблица 4

Содержание основных элементов в сыворотке крови эвенков в зависимости от пола, мг/л

Основной элемент	Мужчины, n=39			Женщины, n=64			p
	Me (Q25-Q75)	min	max	Me (Q25-Q75)	min	max	
Натрий (Na)	3025,4 (2892,5-3128,7)	2540	3330	2966,1 (2767,8-3100,4)	2580	3450	0,133
Магний (Mg)	17,3 (12,0-22,7)	8,3	29,5	18,0 (13,0-22,0)	7,5	33,7	0,624
Фосфор (P)	135,3 (112,5-164,2)	78,0	198	123,3 (101,3-158,9)	58,0	200	0,143
Кальций (Ca)	74,7 (54,0-137,2)	19,6	382,5	69,1 (47,6-134,9)	14,6	414,7	0,589

Me (Q25-Q75) – медиана (межквартильный размах 25 и 75).

p – статистическая значимость различий по U-критерию Манна-Уитни.

многих продуктов питания, достаточно быстро всасывается в тонком кишечнике. В лабораториях российских медицинских учреждений определяют неорганический фосфор в сыворотке методом колориметрии с молибдатом аммония, при этом референсные значения составляют 0,74-1,45 ммоль/л (22,92-44,91 мг/л) [16]. Проведено сравнение с данными долган, коренных малочисленных народов Севера, проживающих в пос. Юрюнг-Хая Анабарского района Якутии. Обследование долган было проведено нами в апреле 2017 г. по аналогичному протоколу. В наших исследованиях методом масс-спектрометрии содержание сывороточного основного элемента фосфора (P) у эвенков (130,3 мг/л) (табл. 3) и долган (148 мг/л) [24] оказалось повышенным, чем у жителей умеренных широт (86 мг/л [1]; 115 мг/л [27], 116 мг/л [17], 111-133 мг/л [11]). Уровень фосфатов зависит от количества паратиреоидного гормона, кальция и витамина D. Причинами избытка фосфора в крови (гиперфосфатемии) могут быть чрезмерное поступление минерала с пищей и гипокальциемия [21, 22]. По литературным данным, высокий уровень неорганического фосфора в сыворотке повышает кальцификацию сосудов [15, 18, 25]. У долган в Якутии содержание сывороточного фосфора (P) статистически значимо выше за счет значимо высоких показателей у женщин-долган (151 мг/л) по сравнению с женщинами-эвенками (123 мг/л), при этом у мужчин существенных различий не выявлено (135 мг/л у эвенков и 143 мг/л у долган) (табл. 4 и [24]). При изучении в двух возрастных группах, в группе пожилых женщин-долганок при сравнении с молодыми, выявлено статистически значимое высокое содержание фосфора (P) (154,60 мг/л против 133,91 мг/л, $p=0,037$), при этом корреляционная зависимость не выявлена. В данном исследовании содержание фосфора в сыворотке не имело статистически значимых корреляций с возрастом у обоих полов эвенков.

Кальций (Ca) – один из самых важных для человека минералов. Он необходим для сокращения скелетных мышц и сердца, передачи нервного импульса, нормальной свертываемости крови (способствует переходу протромбина в тромбин), а также для построения каркаса костей и зубов. Около 99% этого минерала сосредоточено в костях и лишь менее 1% циркулирует в крови. Общий кальций в крови – это концентрация свободной (ионизиро-

ванной) и связанной его форм. Часть кальция ежедневно уходит из организма, фильтруясь из крови почками и выделяясь с мочой. Для поддержания равенства между выделением и использованием этого минерала его должно поступать около 1 г в сут [6, 21]. В практическом здравоохранении России уровень кальция определяют в сыворотке крови методом колориметрической фотометрии, пределами нормы обозначены 2,25-2,75 ммоль/л (90,18-110,22 мг/л) [16]. По литературным данным, сывороточный кальций (Ca) методом МС-ИСП установлен у жителей Германии – 77 мг/л [27], девушек-студенток г. Ярославль – 97,4 мг/л [9], жителей Северо-Западного региона России – 83,5 мг/л [1], населения г. Новосибирска – 122,0 мг/л [11], пожилых в Швейцарии – 125 [17], жителей Шанхая в Китае – 80,8 мг/л [28]. У эвенков Жилинды сывороточный кальций (Ca) (72,8 мг/л) (табл. 2, 4) установлен ниже показателей доступных литературных данных. Этот факт со стороны питания можно связать с уменьшением потребления рыбы за последние десятилетия, отсутствием в рационе молочных продуктов у жителей Жилинды [10]. Доказано, что молочная и рыбная диета снижает риск переломов [19, 20]. Недостаточное потребление кальция может стать фактором, серьезно увеличивающим риск остеопороза [14, 23, 26]. Комбинированные эффекты недостаточного ежедневного потребления кальция и дефицита витамина D вызвали низкую минеральную плотность кости и увеличение распространенности остеопении и остеопороза у корейских женщин в постменопаузе в возрасте от 45 до 70 лет [13]. У эвенкиек отмечается тенденция к снижению сывороточного кальция с возрастом ($r_s=-0,2$; $p=0,15$) без статистической значимости, что, вероятно, связано с наступившей менопаузой (рисунок).

Выводы. Проведено исследование по оценке содержания основных элементов (Na, Mg, P, Ca) в сыворотке крови у эвенков – коренного малочисленного народа Севера Российской Федерации. Концентрации макроэлементов были измерены с использованием метода ИСП-МС, который позволяет изучать одновременно много элементов и с высокой чувствительностью. Содержание сывороточного основного элемента кальция (Ca) у эвенков (72,8 мг/л) установлено ниже литературных данных. При этом у женщин-эвенкиек выявлена тенденция к снижению уровня кальция с возрастом. Содержание сывороточного основного элемента

фосфора (P) у эвенков (130,3 мг/л), как у рядом проживающих долган, оказалось повышенным, чем у жителей умеренных широт, что, возможно, связано с гипокальциемией. Статистически значимой зависимости содержания сывороточного фосфора (P) от возраста у обоих полов эвенков не выявлено.

Наше исследование выявило пониженное содержание в сыворотке элемента кальция (Ca) и повышение фосфора (P), что может повлиять на развитие заболеваний у аборигенных жителей Арктики в условиях пониженной инсоляции и недостаточного питания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-25-20095, <https://rscf.ru/project/22-25-20095/>.

Литература

1. Биоэлементный статус у больных с кальцинированным аортальным стенозом / Н.И. Гуляев [и др.] // Бюллетень регенеративной медицины. 2015. №5(69). С. 51-57.
Bioelemental status in patients with calcified aortic stenosis. Gulyaev NI, Suglobova ED, Vlasenko MA et al. Bull. of regener. med. 2015;5(69):51-57.
2. Богоявленский Д.Д. Вымирают ли коренные народы? URL: <http://demoscope.ru/weekly/2004/0165/tema01.php> (дата обращения - 15.11.2022).
3. Богоявленский Д.Д. Данные всероссийской переписи. URL: <http://old.raipon.info/peoples/data-census-2010/data-census-2010.php> (дата обращения - 12.10.2022 г.).
4. Богоявленский Д.Д. All-Russian census data 2010. [Electronic resource]. URL: <http://old.raipon.info/peoples/data-census-2010/data-census-2010.php> (date of the application: 12.10.2022.).
5. Городецкий В.В., Талибов О.Б. Препараты магния в медицинской практике. М.: Медпрактика, 2008. 43 с.
Gorodetskiy VV, Talibov OB. Magnesium preparations in medical practice. Moscow: Medpraktika; 2008. 43 p.
6. Манчук В.Т., Надточий Л.А. Состояние здоровья коренных и малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, особенности формирования патологии. Красноярск, 2012. 338 с.
Manchuk VT, Nadtochiy LA. The state of health of the indigenous and small peoples of the North, Siberia and the Far East, the features of the formation of pathology. Krasnoyarsk: 2012. 338 p.
7. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын [и др.]. М.: Медицина, 1991. 496 с.
Human microelementoses / AP Avtsyn [et al.]. M.: Meditsina, 1991. 496 p.
8. Национальный состав и владение языками, гражданство населения Республики Саха (Якутия). Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года / Стат. сб. Саха (Я). Якутск, 2013. 76 с.
National composition and language skills, citizenship of the population of the Republic of Sakha (Yakutia). Results of the All-Russian pop-

ulation census of 2010. Statistical compendium Sakha (Yakutia). Yakutsk: 2013. 76 p.

8. Соколова Ф.Х. Этнодемографические процессы в Российской Арктике // Арктика и Север. 2015. №21. С. 151-164.

Sokolova FH. Ethnic and demographic processes in the Russian Arctic // Arctic and North. 2015. No. 21. P.151-164.

9. Сравнительный анализ концентрации химических элементов в цельной крови и в сыворотке крови у девушек, подвергающихся профессиональной физической нагрузке различного уровня / Н.А. Агаджанян, И.П. Зайцева, А.В. Скальный // Бюллетень регенеративной медицины. 2014. №5(63). С. 63-67.

Comparative analysis of the concentration of chemical elements in whole blood and in blood serum in girls undergoing professional physical activity of various levels / Agadzhanian NA, Zaitseva IP, Skalny A.V. Bull. of regener. medic. 2014. No. 5(63). P.63-67.

10. Фактическое питание коренных малочисленных народов Севера (на примере эвенков Оленекского района Республики Саха (Якутия) / В.Г. Кривошапкин [и др.] // Якутский медицинский журнал. 2015. №3(51). С.58-61.

Actual nutrition of indigenous small in number people of the North (the case of the Evenks, Olenek area of the Republic Sakha (Yakutia). / Krivoschapkin VG, Sivtseva AI, Sivtseva EN, et al. Yakut medical Journal. 2015. No. 3(51). P.58-61.

11. Федоров В.И. К проблеме определения микроэлементов в сыворотке крови человека // Журнал Аналитика и контроль. 2005. №9 (4). С. 358-366.

Fedorov VI. On the problem of determining trace elements in human serum. J Analyt and control. 2005. No. 9(4). P.358-366.

12. Aranaz M., Costas-Rodriguez M., Lobo L. et al. Pilot study of homeostatic alterations of mineral elements in serum of patients with age-re-

lated macular degeneration via elemental and isotopic analysis using ICP-mass spectrometry. J. Of pharmaceutical and biomedical analysis. Jan 2020, Volume 177, Article Number: UNSP 112857. DOI: 10.1016/j.jpba.2019.112857

13. Chon SJ, Koh YK, Heo JY et al. Effects of vitamin D deficiency and daily calcium intake on bone mineral density and osteoporosis in Korean postmenopausal woman. Obstetrics and Gynecology Science. 2017; 60(1):53-62. DOI: 10.5468/ogs.2017.60.1.53

14. Denova-Gutiérrez E, Clark P, Tucker KL et al. Dietary patterns are associated with bone mineral density in an urban Mexican adult population. Osteoporosis International. 2016; 27(10):3033-3040. DOI: 10.1007/s00198-016-3633-4

15. Giachelli CM. The emerging role of phosphate in vascular calcification. Kidney International. 2009; 75(9):890-897. DOI: 10.1038/ki.2008.644

16. HELIX [Internet]. Saint Petersburg; 2016-2022. Available from: <https://www.helix.ru/>

17. Konz T, Migliavacca E, Dayon L et al. ICP-MS/MS-Based Ionomics: A Validated Methodology to Investigate the Biological Variability of the Human Ionome. J Prot res. 2017;16(5):2080-2090

18. Mancini FR, Affret A, Dow C et al. High dietary phosphorus intake is associated with an increased risk of type 2 diabetes in the large prospective E3N cohort study. Clinical Nutrition. 2018; 37(5):1625-1630. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.07.025

19. Muley A, Muley P, Shah M. ALA, fatty fish or marine n-3 fatty acids for preventing DM?: a systematic review and meta-analysis. Curr Diabetes Rev. 2014;10(3):158-165. DOI: 10.2174/157339981066614051513137

20. Natour NA, Morin SN, Egeland GM et al. Forearm bone density is not elevated in Inuit women with impaired fasting glucose or type 2 diabetes mellitus. Int J Cir-

cump Health. 2019; 78(1):1601056. DOI: 10.1080/22423982.2019.1601056

21. Razzaque MS. Phosphate toxicity: new insights into an old problem. Clin Sci (Lond). 2011;120(3):91-97. DOI: 10.1042/CS20100377

22. Renkema KY, Alexander RT, Bindels RJ, Hoenderop JG. Calcium and phosphate homeostasis: concerted interplay of new regulators. Ann Med. 2008. 40:82-91. DOI:10.1080/07853890701689645

23. Sidor P, Głabska D, Włodarek D et al. Analysis of the dietary factors contributing to the future osteoporosis risk in young Polish women. Roczniki Panstwowego Zakładu Higieny. 2016; 67(3):279-285

24. Sivtseva AI, Sivtseva EN, Shadrina SS et al. Microelement composition of serum in Dolgans, indigenous inhabitants of the Russian Arctic, in the conditions of industrial development of territories. Int J Circump Health. 2020; 79(1):1764304. DOI: 10.1080/22423982.2020.1764304

25. Tonelli M, Sacks F, Pfeffer M et al. Relation between serum phosphate level and cardiovascular event rate in people with coronary disease. Circulation. 2005; 112(17):2627-2633. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.553198

26. Vannucci L, Masi L, Gronchi G et al. Calcium intake, bone mineral density, and fragility fractures: evidence from an Italian outpatient population. Archives of Osteoporosis. 2017; 12(1):40. DOI: 10.1007/s11657-017-0333-4

27. Wach S, Weigelt K, Michalke B et al. Diagnostic potential of major and trace elements in the serum of bladder cancer patients. J of trace elem in med and biol. 2018;46:150-155. DOI: 10.1016/j.jtemb.2017.12.010

28. Zhang H, Yan Ch, Yang Zh et al. Alterations of serum trace elements in patients with type 2 diabetes. J of trace elem in med and biol. 2017;40:91-96. DOI: 10.1016/j.jtemb.2016.12.017

Л.Б. Ким, А.Н. Путятин

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИПИДНОГО ПРОФИЛЯ И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У МУЖЧИН НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ

DOI 10.25789/YMJ.2023.81.24

УДК: 612.12-008.331/153.915-055.1(1-922)

Проведен поиск взаимосвязей между гемодинамическими показателями и липидным профилем у мужчин среднего возраста с нормальным высоким давлением, абдоминальным ожирением и нормолипидемией, проживающих в Арктике. Отмечено повышение ряда липидных индексов.

Корреляционный анализ выявил взаимосвязи показателя систолического давления на плечевой артерии с содержанием Апо А-1, Апо В, холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП) и кардиоваскулярным риском (КВР); диастолического давления на плечевой артерии с ХС, КВР и отношением окружности талии к окружности бедер; показателя частоты сердечных сокращений с окружностью талии и бедер, индексом массы тела.

Значительно большее количество корреляций и большей силы было обнаружено между показателями центральной гемодинамики и липидного профиля.

Выявлены взаимосвязи между липидными индексами и уровнем давления: а) положительная корреляция коэффициента атерогенности с периферическим систолическим и диастолическим давлением, аортальным систолическим, диастолическим и пульсовым давлением, б) ХС-нЛПВП с аортальным систолическим и диастолическим давлением, в) отрицательная корреляция индекса накопления липидов с периферическим пульсовым давлением.

Эти корреляции свидетельствуют о том, что в условиях Арктики наличие нормолипидемии и ожирения может явиться предпосылкой для формирования нормального высокого давления.

Ключевые слова: липиды крови, липидные индексы, периферическое и центральное давление, мужчины, Арктика.

ФИЦ фундаментальной и трансляционной медицины, г. Новосибирск: **КИМ Лена Борисовна** – д.м.н., гл.н.с., руковод. группы, lbkim@frcftm.ru; ORCID: 0000-0002-4051-8854; Research ID: A-8821-2016; Scopus ID: 7202158963, **ПУТЯТИНА Анна Николаевна** – к.м.н., н.с., ORCID: 0000-0001-9599-3049; Research ID: S-5813-2017; Scopus ID: 48661356700.