

**ФОСФОЛИПИДНЫЙ ПРОФИЛЬ
ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ ω -6 ЖИРНЫХ КИСЛОТ
В СЫВОРОТКЕ КРОВИ У ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА¹**

Б.А. Шенгоф* ORCID: [0000-0002-3776-1474](https://orcid.org/0000-0002-3776-1474)

Ф.А. Бичкаева* ORCID: [0000-0003-2970-4469](https://orcid.org/0000-0003-2970-4469)

С.В. Андронов** ORCID: [0000-0002-5616-5897](https://orcid.org/0000-0002-5616-5897)

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н.П. Лаврова Российской академии наук
(г. Архангельск)

**Научный центр изучения Арктики
(Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард)

Представлены результаты сравнительного анализа содержания фосфатидилсерина, сфингомиелина, фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина в периферической крови у трудоспособного населения Ямало-Ненецкого автономного округа при различных уровнях ω -6 жирных кислот. Исследование проводилось в период с 2015 по 2018 годы, в нем приняли участие 254 человека в возрасте от 22 до 60 лет, родившиеся и постоянно проживающие на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (средний возраст обследованных ($M \pm SD$) – 43,25 \pm 10,05 лет). В сыворотке крови, после предварительной экстракции липидов методом тонкослойной хроматографии, определены концентрации сывороточных фосфолипидов. Следующий этап исследования включал в себя метилирование липидного экстракта с последующим получением метиловых эфиров жирных кислот. Методом газожидкостной хроматографии определено содержание полиненасыщенных жирных кислот ω -6. В качестве переменных для последующего анализа использовались значения суммы ω -6 жирных кислот. В зависимости от концентрации ω -6 жирных кислот все обследованные лица были разделены на три группы: 1) 718,31–1052,82 мкг/мл; 2) 433,44–718,31 мкг/мл; 3) 1052,82–1198,06 мкг/мл. Непараметрический дисперсионный анализ установил статистически значимые межгрупповые различия в содержании сфингомиелина и фосфатидилхо-

¹Работа выполнена в соответствии с планом ФНИР ФГБУН ФИЦКИА РАН по теме «Изучение адаптивных возрастных эндокринно-метаболических перестроек у жителей арктических территорий» (№ гос. регистрации АААА-А15-115122810187-7).

Ответственный за переписку: Шенгоф Борис Александрович, адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249; e-mail: b-shengof@yandex.ru

Для цитирования: Шенгоф Б.А., Бичкаева Ф.А., Андронов С.В. Фосфолипидный профиль при различном уровне ω -6 жирных кислот в сыворотке крови у трудоспособного населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Журн. мед.-биол. исследований. 2020. Т. 8, № 1. С. 54–60. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2020.8.1.54

лина. При этом уровни фосфатидилсерина и фосфатидилэтаноламина между группами статистически значимо не различались. В ходе апостериорных сравнений было выявлено, что у лиц с высоким содержанием ω -6 жирных кислот (1052,82–1198,06 мкг/мл) снижается доля сфингомиелина в общем пуле сывороточных фосфолипидов, что, в свою очередь, приводит к относительному нарастанию процентного содержания фосфатидилхолина.

Ключевые слова: *фосфатидилсерин, сфингомиелин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, ω -6 жирные кислоты, жители Ямало-Ненецкого автономного округа.*

Известно, что уровень основного обмена у коренного населения Арктической зоны может достигать 30 % по сравнению с данными жителей умеренных широт [1]. Высокий уровень энергетического обмена у жителей Заполярья обусловлен в значительной степени активизацией липидного обмена [2–4], которая, в свою очередь, приводит к адаптивным метаболическим перестройкам мембран клеток [5–7]. Фосфолипиды являются субстратами биологического окисления и играют значительную роль в энергетическом обмене за счет изменения вязкости мембран. Функциональная динамичность липидного бислоя, а именно текучесть растет с увеличением в составе фосфолипидов доли ненасыщенных жирных кислот [8, 9], что может влиять на лабильность мембраны в отношении агентов, стимулирующих ферментативные и неферментативные механизмы перекисного окисления липидов [10].

Скорость биосинтеза, дефицит или избыток ω -6 жирных кислот во многом оказывают влияние на метаболизм фосфолипидов. При этом у жителей Севера формируются свои метаболические перестройки в фосфолипидном профиле, обусловленные процессами адаптации к факторам окружающей среды. В связи с этим целью исследования было выявить особенности фосфолипидного профиля при различных уровнях ω -6 жирных кислот в сыворотке крови у трудоспособного населения Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО).

Материалы и методы. В период с 2015 по 2018 годы обследовано 254 человека (мужчины и женщины) в возрасте от 22 до 60 лет (средний возраст ($M \pm SD$) – 43,25 \pm 10,05 лет), родивших-

ся и постоянно проживающих на территории ЯНАО (г. Надым, с. Гыда, с. Сё-яха, п. Тазовский, с. Толька, с. Красноселькуп, с. Нори, с. Антипаюта). Все отобранные лица относились к I и II группам здоровья. Исследование проводилось на добровольной основе, с соблюдением всех норм и принципов биомедицинской этики (в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования», с изменениями 2013 года).

Забор крови из локтевой вены проводился утром (с 8 до 10 ч.) строго натощак в вакутайнеры Vecton Dickinson BP № 37-38241 (Англия). В сыворотке крови, после предварительной экстракции липидов [11] методом тонкослойной хроматографии, определялись концентрации сывороточных фосфолипидов: фосфатидилсерина (ФС), сфингомиелина (СФМ), фосфатидилхолина (ФХ), фосфатидилэтаноламина (ФЭА). Перед нанесением липидного экстракта пластики (Silica gel 60 F₂₅₄, Merck, Германия) обезжиривались в смеси хлороформ – метанол при соотношении 1:1. Для хроматографирования использовалась система элюентов хлороформ – метанол – аммиак при соотношении 6,5:2,5:0,5 с предварительным насыщением камеры. Идентификация липидных фракций проводилась с применением стандартных образцов фосфолипидов производства фирмы Sigma (США). Анализ полученных хроматограмм осуществлялся методом нормализации площадей хроматографических пятен с использованием денситометра «ДенСкан» (Россия).

Следующий этап исследования включал в себя метилирование липидного экстракта с последующим получением метиловых эфиров жирных кислот. Анализ метиловых производных жирных кислот проводился на газовом хроматографе Agilent 7890A (США) с пламенно-ионизационным детектором (капиллярная колонка Agilent DB-23, 60 м × 0,25 мм × 0,15 мкм, США). Идентификация осуществлялась с использованием стандарта GLS-569В (Nu-Chek-Prep., США). Количественный расчет ω -6 жирных кислот: линолеадиновой (C18:2n6t), линолевой (C18:2n6c), гамма-линоленовой (C18:3n6), эйкозодиеновой (C20:2n6), арахидоновой (C20:4n6), цис-13,16-докозодиеновой (C22:2n6), цис-7,10,13,16-докозатетраеновой (C22:4n6), цис-4,7,10,13,16-докозапентаеновой (C22:5n6), цис-8,11,14-эйкозатриеновой (C20:3n6) – проводился методом внутреннего стандарта (нонадекановая кислота) в программе Agilent ChemStation B.03.01 (США). В качестве переменных для последующего анализа использовались значения суммы ω -6 жирных кислот.

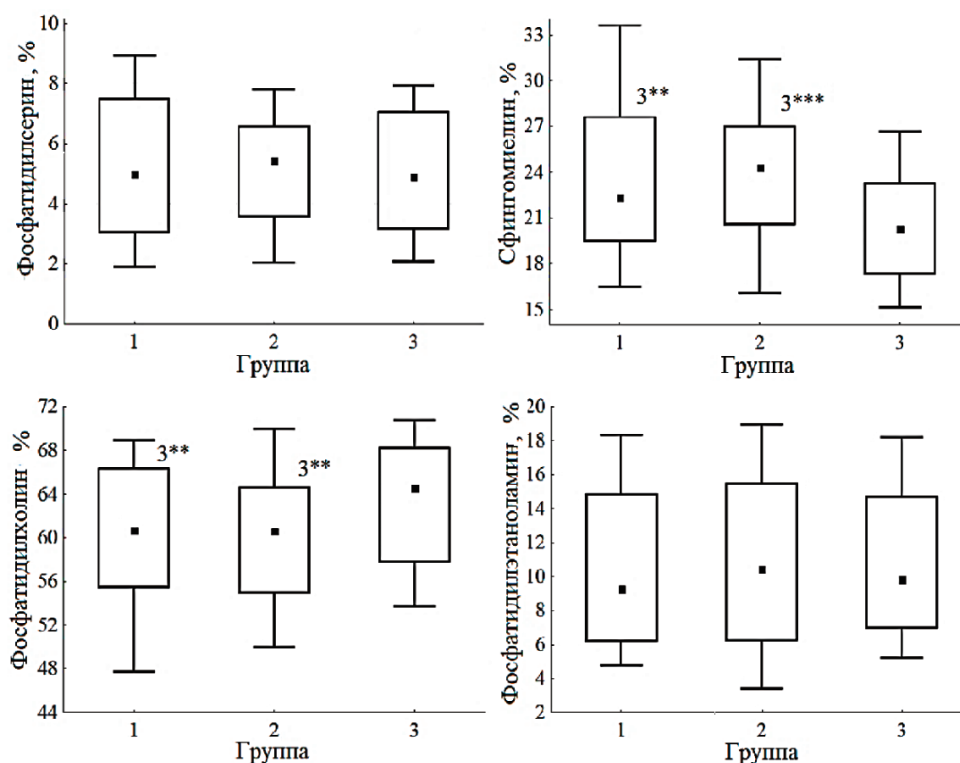
В группу исследования включались только те представители местного населения, у которых уровень ω -6 жирных кислот в сыворотке крови находился в пределах референтных значений (433,44–1198,06 мкг/мл). В зависимости от концентрации ω -6 жирных кислот все обследованные лица были разделены на три группы: 1) 718,31–1052,82 мкг/мл (96 человек); 2) 433,44–718,31 мкг/мл (80 человек); 3) 1052,82–1198,06 мкг/мл (78 человек). В качестве методики для расчета интервала концентраций ω -6 жирных кислот использовались рекомендации ГОСТ Р 53022.3–2008 [12], применялся ранговый метод, доверительный интервал рассчитывался с 90 %-й вероятностью.

Статистический анализ собранных данных проводился с применением пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2010 и SPSS 22.0 для Windows. Полученные выборки проверялись на нормальность распределения по критерию Шапиро–Уилка. В связи с тем, что была

выявлена частичная асимметрия рядов распределения, в качестве меры центральной тенденции рассчитывались значения медианы, а меры рассеяния включали в себя значения первого и третьего квартилей. Предварительная оценка статистически значимых различий между тремя независимыми группами проводилась с использованием непараметрического анализа Крускала–Уоллиса (H -тест). Статистически значимыми считались изменения при вероятности ошибочного принятия нулевой гипотезы $p < 0,05$. Апостериорные сравнения проводились с помощью критерия Манна–Уитни (U -тест). Для снижения вероятности ошибки 1-го типа в попарных сравнениях дополнительно рассчитывался новый критический уровень статистической значимости ($p = 1 - 0,95^{1/3}$).

Результаты. Непараметрический дисперсионный анализ выявил статистически значимые межгрупповые различия в процентном содержании СФМ ($H = 15,216$; $p = 4,96 \cdot 10^{-4}$) и ФХ ($H = 10,296$; $p = 5,81 \cdot 10^{-3}$). При этом уровни ФС ($H = 0,476$; $p = 7,88 \cdot 10^{-1}$) и ФЭА ($H = 0,190$; $p = 9,09 \cdot 10^{-1}$) между группами статистически значимо не различались.

Дальнейший анализ полученных результатов включал в себя попарные сравнения изучаемых групп (см. рисунок). Для удержания ошибки 1-го типа в пределах 5 % различия в апостериорных сравнениях считались статистически значимыми при $p < 1,70 \cdot 10^{-2}$. Сравнивая уровни ФС у жителей ЯНАО в зависимости от концентрации ω -6 жирных кислот, следует отметить, что в 1-, 2- и 3-й группах медианы и межквартильные размахи составили 5,0 % [3,0-7,5], 5,4 % [3,6-6,6] и 4,9 % [3,2-7,1] соответственно. Анализ выявил статистически значимое снижение уровня СФМ у лиц 3-й группы (с высоким содержанием ω -6 жирных кислот – 1052,82–1198,06 мкг/мл) относительно 1-й ($p = 3,61 \cdot 10^{-3}$) и 2-й ($p = 1,12 \cdot 10^{-4}$) групп. При этом медианы и диапазоны колебаний (25-75 %) содержания СФМ у лиц 1-й и 2-й групп составили 22,3 % [19,5-27,8], 24,3 % [20,6-27,0] соответственно, а у обследованных из 3-й группы – 20,3 % [17,3-23,3].



Содержание сывороточных фосфолипидов у трудоспособного населения Ямало-Ненецкого автономного округа в зависимости от уровня ω -6 жирных кислот: 1-я группа – 718,31–1052,82 мкг/мл; 2-я – 433,44–718,31 мкг/мл; 3-я – 1052,82–1198,06 мкг/мл (■ – медиана; □ – диапазон колебаний 25%–75%; I – диапазон колебаний 10%–90%; установлены статистически значимые различия относительно 3-й группы: 3** – $p < 0,001$; 3*** – $p < 0,0001$)

Статистически значимые различия уровня ФХ были установлены в 1-й ($p = 6,34 \cdot 10^{-3}$) и 2-й ($p = 2,91 \cdot 10^{-3}$) группах обследованных лиц по сравнению с 3-й группой. У обследуемого контингента с высоким содержанием ω -6 жирных кислот – от 1052,82 до 1198,06 мкг/мл – медиана и первый и третий квартили уровня ФХ – 64,6 % [57,8-68,3]. Вместе с тем у лиц с более низкими концентрациями ω -6 жирных кислот – 433,44–718,31 и 718,31–1052,82 мкг/мл – доля ФХ находилась на сходном уровне и составила 60,7 % [55,0-64,6] и 60,7 % [55,4-66,3] соответственно. Необходимо также указать, что у обследованных лиц 1-, 2- и 3-й групп медианы и межквартильные размахи содержания ФЭА

составили 9,3 % [6,2-14,9], 10,4 % [6,3-15,5], 9,9 % [7,0-14,7] соответственно.

Обсуждение. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что фосфолипидный профиль периферической крови у жителей ЯНАО с высоким содержанием ω -6 жирных кислот (1052,82–1198,06 мкг/мл) характеризуется значительным понижением уровня СФМ. В свою очередь, снижение доли СФМ в общем пуле сывороточных фосфолипидов у лиц данной группы приводит к соответствующему относительному нарастанию процентного содержания ФХ. Наши результаты дают основания полагать, что изменение уровней холинсодержащих метаболитов обусловлено изменением

активности сфингомиелинфосфодиэстеразы. Кислая сфингомиелиназа катализирует реакцию распада СФМ на церамид и фосфохолин. При этом вполне вероятно, что свободный фосфохолин может увеличивать резервные возможности организма к синтезу ФХ. Медиатором данного биосинтеза служит свободная арахидоновая кислота, которая стимулирует гидролиз СФМ. Это подтверждается данными литературы, согласно которым арахидоновая кислота является активатором ключевого фермента сфингомиелинового цикла [13]. Принимая во внимание тот факт, что фосфолипидный профиль у жителей Севера характеризуется значительным понижением доли ФХ [7], можно предположить, что такая перестройка в общем пуле сывороточных фосфолипидов у лиц с высоким содержанием ω -6 жирных кислот создает благоприятные условия для работы

мембраносвязанных ферментов и повышает антиокислительные свойства мембранных фосфолипидов.

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

1. У обследованных жителей ЯНАО с концентрацией ω -6 жирных кислот в сыворотке крови от 1052,82 до 1198,06 мкг/мл установлены характерные особенности мембраностабилизирующих фракций, в частности – снижение доли СФМ приводит к соответствующему относительному нарастанию процентного содержания ФХ.

2. Колебания уровней ФС и ФЭА у представителей ЯНАО с разным содержанием ω -6 жирных кислот в сыворотке крови сходны, различия статистически незначимы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Севостьянова Е.В. Особенности липидного и углеводного метаболизма человека на Севере (литературный обзор) // Бюл. сиб. медицины. 2013. Т. 12, № 1. С. 93–100.
2. Snodgrass J.J., Sorensen M.V., Tarskaia L.A., Leonard W.R. Adaptive Dimensions of Health Research Among Indigenous Siberians // Am. J. Hum. Biol. 2007. Vol. 19, № 2. P. 165–180.
3. Уварова Т.Е., Бурцева Т.Е., Софронова С.И., Ефремова С.Д., Гольдерова А.С. Липидный профиль крови и особенности нарушений липидного обмена у коренных малочисленных народов Севера Якутии // Дальневост. мед. журн. 2012. № 3. С. 85–88.
4. Панин Л.Е. Человек в экстремальных условиях Арктики // Бюл. Сиб. отд-ния РАМН. 2010. Т. 30, № 3. С. 92–98.
5. Зайцева О.И., Терещенко В.П., Колодяжная Т.А., Дворяшина Е.М. Адаптивные вариации фосфолипидного состава мембран эритроцитов у детей различных регионов Сибири // Сиб. мед. обозрение 2008. № 3(51). С. 18–21.
6. Шенгоф Б.А. Сравнительная оценка фракций сывороточных фосфолипидов у трудоспособного населения южного региона Кавказа и Ямало-Ненецкого автономного округа // Бюл. Сев. гос. мед. ун-та. 2018. № 1(40). С. 78–80.
7. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере: моногр. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.
8. Binder H., Gawrisch K. Dehydration Induces Lateral Expansion of Polyunsaturated 18:0–22:6 Phosphatidylcholine in a New Lamellar Phase // Biophys. J. 2001. Vol. 81, № 2. P. 969–982.
9. Simons K., Ikonen E. Functional Rafts in Cell Membranes // Nature. 1997. Vol. 387, № 6633. P. 569–572.
10. Diatta A., Diallo F., Sarr N.G., Traore S., Diagne I., Lopez-Sall P., Sall N.D., Toure M. Defects in Peroxidation of Erythrocyte Phospholipids in Sick Cell Trait // Dakar Med. 2002. Vol. 47, № 1. P. 33–37.
11. Методика измерений массовой концентрации метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) в сыворотке крови методом газожидкостной хроматографии: МИ 88-16365-001-2019 (ФР.1.31.2019.33742): свид. об аттестации № 88-16365-004-RA.RU.310657-2019 от 21 февраля 2019 г. / Ф.А. Бичкаева, Н.Ф. Баранова, О.С. Власова, Е.В. Нестерова и др.; Ин-т физиологии природ. адаптаций ФГБУН ФИЦКИА РАН. Архангельск, 2019.

12. ГОСТ Р 53022.3–2008. Технологии лабораторные клинические. Требования к качеству клинических лабораторных исследований. Часть 3. Правила оценки клинической информативности лабораторных тестов. Введ. 2010–01–01. М.: Стандартинформ, 2009. 18 с.

13. Visnjic D., Batinic D., Banfic H. Arachidonic Acid Mediates Interferon- γ -Induced Sphingomyelin Hydrolysis and Monocytic Marker Expression in HL-60 Cell Line // *Blood*. 1997. № 1. P. 81–91.

References

1. Sevost'yanova E.V. Osobennosti lipidnogo i uglevodnogo metabolizma cheloveka na Severe (literaturnyy obzor) [Some Features of Human Lipid and Carbohydrate Metabolism in the North (Literature Review)]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 93–100.

2. Snodgrass J.J., Sorensen M.V., Tarskaia L.A., Leonard W.R. Adaptive Dimensions of Health Research Among Indigenous Siberians. *Am. J. Hum. Biol.*, 2007, vol. 19, no. 2, pp. 165–180.

3. Uvarova T.E., Burtseva T.E., Sofronova S.I., Efremova S.D., Gol'derova A.S. Lipidnyy profil' krovi i osobennosti narusheniy lipidnogo obmena u korennykh malochislennykh narodov Severa Yakutii [Lipid Profile and Lipid Metabolism Disorders in Indigenous Small-Numbered Peoples of Northern Yakutia]. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 85–88.

4. Panin L.E. Chelovek v ekstremal'nykh usloviyakh Arktiki [Man in Extreme Conditions in the Arctic]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN*, 2010, vol. 30, no. 3, pp. 92–98.

5. Zaytseva O.I., Tereshchenko V.P., Kolodyazhnaya T.A., Dvoryashina E.M. Adaptivnye variatsii fosfolipidnogo sostava membran eritrotsitov u detey razlichnykh regionov Sibiri [Adaptive Variations in the Phospholipid Composition of Erythrocyte Membranes in Children Living in Different Regions of Siberia]. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*, 2008, no. 3, pp. 18–21.

6. Shengof B.A. Sravnitel'naya otsenka fraktsiy syvorotochnykh fosfolipidov u trudospособnogo naseleniya yuzhnogo regiona Kavkaza i Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga [Comparative Evaluation of Serum Phospholipid Fractions in the Able-Bodied Population of the Southern Region of the Caucasus and the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. *Byulleten' Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2018, no. 1, pp. 78–80.

7. Boyko E.R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and Biochemical Bases of Human Life in the North]. Yekaterinburg, 2005. 190 p.

8. Binder H., Gawrisch K. Dehydration Induces Lateral Expansion of Polyunsaturated 18:0–22:6 Phosphatidylcholine in a New Lamellar Phase. *Biophys. J.*, 2001, vol. 81, no. 2, pp. 969–982.

9. Simons K., Ikonen E. Functional Rafts in Cell Membranes. *Nature*, 1997, vol. 387, no. 6633, pp. 569–572.

10. Diatta A., Diallo F., Sarr N.G., Traore S., Diagne I., Lopez-Sall P., Sall N.D., Toure M. Defects in Peroxidation of Erythrocyte Phospholipids in Sickle Cell Trait. *Dakar Med.*, 2002, vol. 47, no. 1, pp. 33–37.

11. Bichkaeva F.A., Baranova N.F., Vlasova O.S., Nesterova E.V., et al. *FR.1.31.2019.33742. Methods of Measuring the Mass Concentration of Fatty Acid Methyl Esters (FAME) in the Serum by Means of Gas-Liquid Chromatography: MI 88-16365-001-2019*. Arkhangelsk, 2019 (in Russ.).

12. *State Standard R 53022.3–2008. Clinical Laboratory Technologies. Requirements of Quality of Clinical Laboratory Tests. Part 3. Assessment of Laboratory Tests Clinical Significance*. Moscow, 2009. 18 p. (in Russ.).

13. Visnjic D., Batinic D., Banfic H. Arachidonic Acid Mediates Interferon- γ -Induced Sphingomyelin Hydrolysis and Monocytic Marker Expression in HL-60 Cell Line. *Blood*, 1997, vol. 89, no. 1, pp. 81–91.

Boris A. Shengof* ORCID: [0000-0002-3776-1474](https://orcid.org/0000-0002-3776-1474)
Fatima A. Bichkaeva* ORCID: [0000-0003-2970-4469](https://orcid.org/0000-0003-2970-4469)
Sergey V. Andronov** ORCID: [0000-0002-5616-5897](https://orcid.org/0000-0002-5616-5897)

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences
(Arkhangelsk, Russian Federation)

*Arctic Research Center
(Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Salekhard, Russian Federation)

PHOSPHOLIPID PROFILE AT DIFFERENT ω -6 FATTY ACIDS LEVELS IN THE BLOOD SERUM OF THE ABLE-BODIED POPULATION OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

This paper presents the results of a comparative analysis of phosphatidylserine, sphingomyelin, phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine content in the peripheral blood of the able-bodied population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug at different levels of ω -6 fatty acids. The research was conducted in the period from 2015 to 2018 and involved 254 subjects aged between 22 and 60 years (mean age ($M \pm SD$) 43.25 \pm 10.05 years) born and permanently residing in the aforementioned area. Serum phospholipid concentrations were determined after preliminary lipid extraction by means of thin-layer chromatography. The next stage included methylation of the lipid extract followed by the production of fatty acid methyl esters. The content of ω -6 polyunsaturated fatty acids was determined by gas-liquid chromatography. As variables for subsequent analysis we used the sums of ω -6 fatty acids. According to the concentrations of ω -6 fatty acids, the subjects were divided into three groups: 1) 718.31–1052.82 μ g/ml; 2) 433.44–718.31 μ g/ml; 3) 1052.82–1198.06 μ g/ml. Based on the results of the nonparametric analysis of variance, statistically significant differences in sphingomyelin and phosphatidylcholine were established between the groups, while phosphatidylserine and phosphatidylethanolamine levels showed no such differences. Post hoc comparisons revealed that in persons with a high content of ω -6 fatty acids (1052.82–1198.06 μ g/ml) the proportion of sphingomyelin in the total pool of serum phospholipids decreases, which, in its turn, leads to a relative increase in the percentage of phosphatidylcholine.

Keywords: *phosphatidylserine, sphingomyelin, phosphatidylcholine, phosphatidylethanolamine, ω -6 fatty acids, population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.*

Поступила 27.06.2019

Принята 12.12.2019

Received 27 June 2019

Accepted 12 December 2019

Corresponding author: Boris Shengof, *address:* prosp. Lomonosova 249, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; *e-mail:* b-shengof@yandex.ru

For citation: Shengof B.A., Bichkaeva F.A., Andronov S.V. Phospholipid Profile at Different ω -6 Fatty Acids Levels in the Blood Serum of the Able-Bodied Population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Journal of Medical and Biological Research*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 54–60. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2020.8.1.54