

УДК 577.164.17:616-008.9(=511.2)
DOI 10.34014/2227-1848-2024-4-169-178

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ФОЛАТОВ И ГОМОЦИСТЕИНА У КОРЕННОГО ЭТНОСА КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИИ

А.С. Воронцова, Н.А. Воробьева, А.И. Воробьева, А.А. Абрамов

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Архангельск, Россия

Активное промышленное освоение Арктики и изменение природно-климатических условий Крайнего Севера негативно влияют на традиционный уклад жизни и здоровье коренных малочисленных народов Севера – ненцев.

Цель. Оценить влияние алиментарного статуса и курения на обмен фолатов и гомоцистеина у этнических ненцев, постоянно проживающих на острове Вайгач.

Материалы и методы. В исследование включено 48 здоровых этнических ненцев в возрасте от 18 лет. Проведено анкетирование участников и определение концентрации фолиевой кислоты и гомоцистеина в сыворотке методом иммуноферментного анализа. Для оценки влияния табакокурения на уровень фолиевой кислоты и гомоцистеина в ходе исследования выборка была разделена на две группы: группу курящих и группу некурящих. Статистическая обработка данных проводилась при помощи языка программирования R 4.2.3 в программе Rstudio 1.2.5019.

Результаты. По данным анкетирования, все участники исследования редко употребляли в пищу овощи и фрукты, 62,5 % респондентов принимали алкоголь, 73 % курили табак, значимый дефицит фолатов отмечен у 75 % участников, а состояние гипергомоцистеинемии – у всех обследуемых. Показано, что уровень фолатов и концентрация гомоцистеина в группе курящих были статистически значимо выше, чем в группе некурящих.

Выводы. У большей части коренного населения острова Вайгач отмечается выраженный дефицит фолатов и состояние гипергомоцистеинемии. Доказано влияние табакокурения на обмен фолатов и гомоцистеина.

Ключевые слова: Крайний Север, ненцы, гомоцистеин, табакокурение, фолаты.

Введение. В последние десятилетия происходит активное освоение ресурсного потенциала Арктики. Колоссальное техногенное воздействие не может не отразиться на природе, климате, а также жизнедеятельности и здоровье населения циркумполярных территорий Земли [1, 2]. Кроме того, суровые природно-климатические условия Арктической зоны: длительное воздействие холода, сильные ветра и осадки, световая апероидичность, резкие колебания атмосферного давления, выраженные космические и геомагнитные возмущения – также негативно влияют на состояние организма и качество жизни коренного этноса Севера [1, 3]. Изменения климата в свою очередь неблагоприятно отражаются на природопользовании, особенно высоки риски, связанные с сокращением площади пастбищ для выпаса оленей и нарушением условий для

вылова рыбы. Последние наиболее характерны для островных территорий высоких северных широт. Одной из них является остров Вайгач, расположенный между Баренцевым и Карским морями, отделенный от континента проливом Югорский Шар, а от Новой Земли – проливом Карские Ворота [1, 2].

Отметим, что на состояние здоровья коренного этноса острова Вайгач влияют также такие факторы, как специфика питания (дефицит растительной пищи, богатой фолатами, и избыток животной высококалорийной пищи) и образ жизни (табакокурение и употребление алкоголя) [4, 5]. Известно, что совокупность отрицательного воздействия природных и социальных факторов приводит к нарушению физиологической работы гомеостатических систем и адаптивных возможностей организма, что связано с риском развития различ-

ных патологических процессов, в первую очередь сердечно-сосудистых заболеваний [6].

С учетом вышеизложенного актуальным является изучение физиологического обмена гомоцистеина – важного предиктора развития сердечно-сосудистых заболеваний – у ненцев, постоянно проживающих на острове Вайгач.

Цель исследования. Оценить влияние алиментарного статуса и курения на обмен фолатов и гомоцистеина у этнических ненцев, постоянно проживающих на острове Вайгач.

Материалы и методы. Проспективное одномоментное поперечное популяционное исследование выполнено на выборке этнических ненцев – коренного малочисленного народа Севера, постоянно проживающего на острове Вайгач. Базой исследования явилась кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» (г. Архангельск).

В исследовании приняли участие здоровые добровольцы обоих полов.

Критерии включения: возраст от 18 лет; принадлежность к этническим ненцам; отсутствие хронических заболеваний, связанных с дисфункцией эндотелия; отсутствие беременности; отсутствие приема лекарственных препаратов, биологически активных добавок, витаминных комплексов; наличие письменного добровольного информированного согласия.

Критерии исключения: отказ от участия на любой стадии исследования.

В комплексное клиничко-лабораторное исследование включено 48 чел. Проведено анкетирование участников и анализ уровня фолатов и гомоцистеина в сыворотке крови иммунологическим методом на базе лаборатории ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич».

Исследование одобрено локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 01/02-23 от 15.02.2023).

Уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови определялся методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов Folate AccuBind ELISA (Mo-

nobind, США). Референсный интервал, расположенный в диапазоне от 3,2 до 13,7 нг/мл, рассматривался как достаточный уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови, концентрация менее 3,2 нг/мл – как низкий.

Для определения концентрации гомоцистеина использовался метод иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов ELISA Kit For Homocysteine (HCy) (Cloud-Clone Corp., США). За референсные значения принята концентрация сывороточного гомоцистеина от 5 до 10,5 мкмоль/л.

Статистическая обработка данных, полученных в ходе исследования, проводилась методами описательной и аналитической статистики с использованием языка программирования R 4.2.3 в программе Rstudio 1.2.5019. Характер распределения данных оценивали с помощью критерия Шапиро – Уилка. Считали, что распределение данных отличается от нормального (распределения Гаусса) при значении статистического уровня значимости менее 0,05. Для описания данных, распределение которых не отличалось от распределения Гаусса, использовали среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (σ). Данные, распределение которых отличалось от нормального, представлены в виде медианы (Me), первого ($Q1$) и третьего ($Q3$) квартилей. Для сравнения независимых выборок с типом распределения, отличающимся от нормального, использовали критерий Манна – Уитни. Различия между группами считали статистически значимыми при значении p -value (p) меньше 0,05. Для оценки взаимосвязи между двумя переменными использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Результаты. Всего в исследование вошло 48 жителей поселка Варнек, расположенного на острове Вайгач. Возраст участников составил от 18 до 62 лет (36 [24; 49]). Женщин было 56,3 % ($n=27$), мужчин – 43,7 % ($n=21$). Проанализированы данные анкетирования и оценены уровни фолиевой кислоты и гомоцистеина в сыворотке крови. Характеристика исследуемой выборки представлена в табл. 1.

Таблица 1
Table 1Характеристика исследуемой выборки
Characteristics of the study sample

Показатель Parameter	Значение Value
Возраст, лет Age, years	36 [24; 49]
Табакокурение: Smoking: да / yes нет / no	73 % (n=35) 27 % (n=13)
Употребление алкоголя: Alcohol consumption: да / yes нет / no	62,5 % (n=30) 37,5 % (n=18)
Употребление достаточного количества овощей и фруктов (ежедневно): Vegetable and fruit intake (daily): да / yes нет / no	0 % (n=0) 100 % (n=48)
Уровень фолиевой кислоты в сыворотке, нг/мл Serum folate level, ng/ml	3,0 [2,3; 4,0]
Уровень гомоцистеина в сыворотке, мкмоль/л Serum homocysteine level, μ mol/L	15,6 [14,1; 20,4]

Проведенное анкетирование показало, что все участники исследования редко употребляют овощи и фрукты. Такой поведенческий фактор нездорового образа жизни, как употребление алкоголя, выявлен у 62,5 % (n=30) добровольцев. Факт курения табака отмечали 73 % (n=35) опрошенных. Средний уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови участников составил 3,0 нг/мл [2,3; 4,0], при этом значимый дефицит фолатов отмечался у 75 % (n=36) добровольцев. Уровень гомоцистеина в выборке этнических ненцев составил 15,6 мкмоль/мл [14,1; 20,4], при

этом состояние гипергомоцистеинемии отмечено у всех участников исследования. Была выявлена сильная обратная связь между уровнем гомоцистеина и концентрацией фолиевой кислоты в сыворотке крови ($p < 0,001$, $r = -0,703$). Данные представлены на рис. 1.

С целью оценки влияния табакокурения на обмен фолатов и гомоцистеина в ходе исследования выборка была разделена на две группы. В первую группу вошли курящие участники, во вторую – некурящие. Характеристика групп представлена в табл. 2.

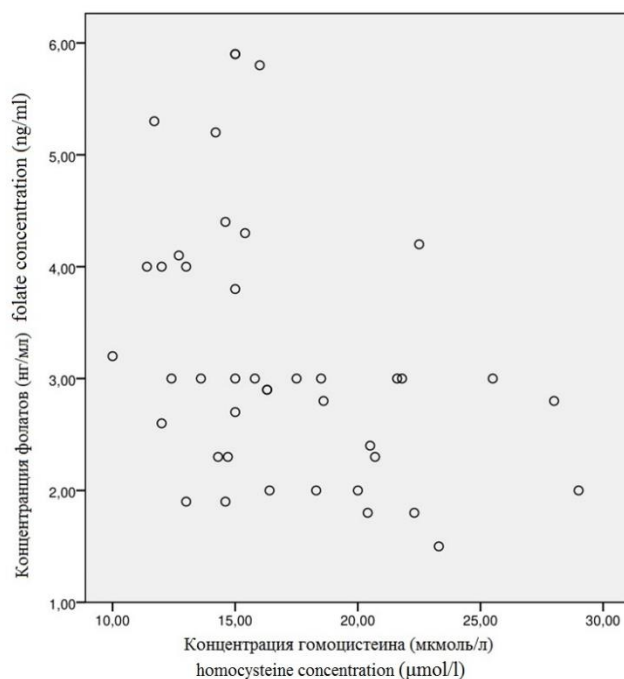


Рис. 1. Взаимосвязь уровня гомоцистеина с концентрацией фолиевой кислоты в сыворотке крови

Fig. 1. Correlation between serum homocysteine and serum folate levels

Таблица 2

Table 2

Характеристика исследуемых групп

Characteristics of the study groups

Показатель Parameter	Курящие Smokers (n=35)	Некурящие Nonsmokers (n=13)	p
Возраст, лет Age, years	36 [28; 49]	34 [24; 46]	0,8
Уровень фолиевой кислоты в сыворотке, нг/мл Serum folate level, ng/ml	2,9 [2,0; 3,0]	4,00 [2,6; 4,50]	<0,001
Уровень гомоцистеина, мкмоль/л Serum homocysteine level, mmol/l	20,0 [16,3; 22,3]	14,2 [12; 15]	<0,001

Уровень фолиевой кислоты (Me) в сыворотке крови у курящих составил 2,9 нг/мл, у некурящих – 4,0 нг/мл. В данном исследовании установлено, что у 75 % (n=36) участников уровень фолиевой кислоты составлял менее 3,0 нг/мл, что свидетельствует о выраженном дефиците фолатов, при этом 33 участника являлись курящими. Таким образом, выявлены

статистически значимые различия концентрации фолатов в зависимости от табакокурения ($p < 0,001$). Данные представлены на рис. 2.

Концентрация гомоцистеина (Me) у курящих составляла 20 мкмоль/л, при этом состояние гипергомоцистеинемии отмечалось у всех участников данной группы. В группе некурящих данный показатель был ниже –

14,2 мкмоль/л. Таким образом, между курящими и некурящими выявлены статистически

значимые различия по уровню гомоцистеина ($p < 0,001$). Данные представлены на рис. 3.

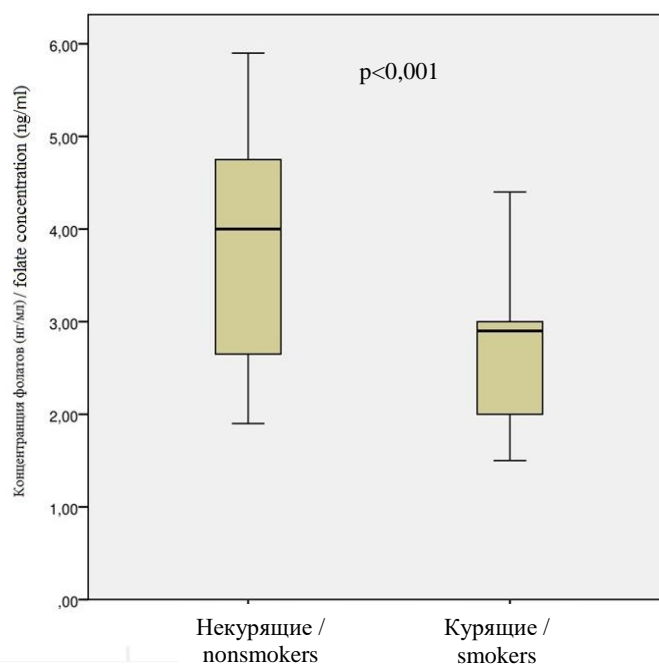


Рис. 2. Взаимосвязь уровня фолиевой кислоты в сыворотке крови и курения

Fig. 2. Correlation between serum folate level and smoking

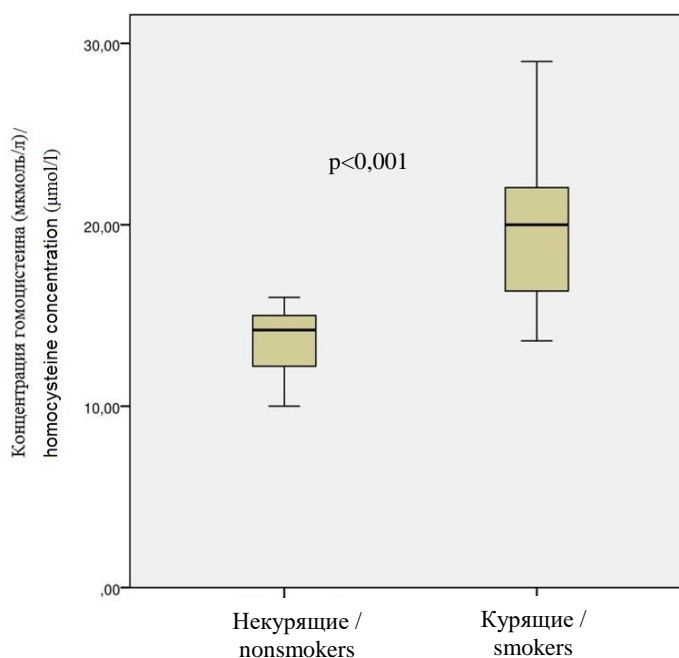


Рис. 3. Взаимосвязь уровня гомоцистеина в сыворотке крови и курения

Fig. 3. Correlation between serum homocysteine level and smoking

Обсуждение. Рациональное питание является одним из важнейших факторов здоровья человека. Однако суровый климат Крайнего Севера и промышленное освоение территорий Арктического региона негативно влияют на особенности питания ненцев. Коренное население ограниченно потребляет овощи, фрукты и ягоды, являющиеся источником фолиевой кислоты. В ненецкой популяции отмечается изменение традиционного уклада жизни, переход с белково-липидного на углеводно-липидный характер питания. По данным ряда авторов, у ненцев наблюдается выраженный дефицит фолиевой кислоты и других витаминов и минеральных веществ [7–9]. Нами также показан дефицит фолатов у 75 % участников исследования. Нарушение фолатного обмена вследствие дефицита фолиевой кислоты может приводить к развитию гипергомоцистеинемии, являющейся независимым предиктором заболеваний сердечно-сосудистой системы [10, 11]. В данном исследовании показана взаимосвязь между концентрацией фолиевой кислоты и уровнем гомоцистеина в сыворотке крови. В работе Н.И. Беловой и соавт. уровень гомоцистеина в выборке коренного населения материковой части Ненецкого автономного округа составил 11,7 [1, 9, 12, 13] мкмоль/мл, при реко-

мендуемом до 10,5 мкмоль/л [9], что согласуется с данными, полученными нами (состояние гипергомоцистеинемии наблюдалось у всех ненцев острова Вайгач, принимающих участие в исследовании). Ранее было показано, что при концентрации гомоцистеина, превышающей 10,5 мкмоль/л в 2–5 раз, значимо возрастает риск тромбообразования [12, 14–17]. Многоочленные исследования выявили влияние табакокурения на развитие гипергомоцистеинемии в различных этнических популяциях [13, 18, 19]. В данном исследовании выявлена статистически значимая связь табакокурения и уровня гомоцистеина в сыворотке крови у коренного населения острова Вайгач.

Заключение. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что у большей части коренного населения острова Вайгач отмечаются выраженный дефицит фолатов и состояние гипергомоцистеинемии, доказано влияние табакокурения на обмен фолатов и гомоцистеина. В связи с этим актуальной является разработка научно обоснованной программы фортификации рациона при фактическом дефиците нутриентов (фолиевой кислоты) в условиях изолированного островного проживания человека в Арктике, ориентация населения на отказ от табакокурения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: Воробьева Н.А., Воронцова А.С.

Анкетирование, сбор клинического материала: Воробьева Н.А., Воробьева А.И.

Проведение лабораторных исследований: Воронцова А.С.

Подбор литературы, написание и редактирование текста: Воронцова А.С., Воробьева А.И.

Статистическая обработка материала: Абрамов А.А.

Литература

1. *Вязьмин А.М., Санников А.Л., Мордовский Э.А.* Социально-медицинские проблемы народонаселения циркумполярных стран – вызовы современному развитию Арктики. *АиС.* 2012; 8: 1–17.
2. *Давыдов А.Н., Михайлова Г.В.* Изменение климата и условия жизни в Арктике в восприятии ненцев острова Вайгач. *Экология человека.* 2013; 2: 29–34.
3. *Богданов И.В., Соколова М.В.* Влияние световой аперидичности в Арктике на психофизическое здоровье молодежи и направления реабилитации. *Вестник Медицинского института непрерывного образования.* 2022; 2: 22–24.
4. *Воробьева Н.А., Кунавина К.А., Голубович А.В., Воробьева А.И.* Стоматологическое здоровье коренного этноса острова вайгач арктической зоны российской федерации. *Экология человека.* 2021; 4: 25–29.
5. *Светличная Т.Г., Воробьева Н.А.* Образ жизни и здоровье ненцев в условиях постоянного островного проживания в Арктике. *Экология человека.* 2019; 12: 20–25.

6. Манчук В.Т., Надточий Л.А. Состояние и тенденции формирования здоровья коренного населения Севера и Сибири. Сибирский научный медицинский журнал. 2010; 3: 24–32.
7. Белова Н.И., Лавринов П.А., Воробьева Н.А., Зуева Т.Н., Айвазова Е.А. Алиментарный статус коренного населения Ненецкого автономного округа. Экология человека. 2013; 7: 10–14.
8. Леханова Е.Н., Буганов А.А. Влияние элементного статуса на процессы метаболизма у жителей Ямало-Ненецкого автономного округа. ЗНиСО. 2008; 9: 18–21.
9. Белова Н.И., Лавринов П.А., Воробьева Н.А. Новые маркеры риска сердечно-сосудистых заболеваний в популяции ненцев Ненецкого автономного округа. Журнал медико-биологических исследований. 2014; 2: 12–20.
10. You Y., Zeng N., Wu W., Liu B., Rong S., Xu D. Association of Serum Homocysteine With Peripheral Arterial Disease in Patients Without Diabetes: A Study Based on National Health and Nutrition Examination Survey Database. *Am J Cardiol.* 2024; 218: 16–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2024.03.002>.
11. Habib S.S., Al-Khlaiwi T., Almushawah A., Alsomali A., Habib S.A. Homocysteine as a predictor and prognostic marker of atherosclerotic cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2023; 27 (18): 8598–8608. DOI: https://doi.org/10.26355/eurrev_202309_33784.
12. Akhter M.S., Biswas A., Iqbal J., Hamali H.A., Mobarki A.A., Abdullah S.M., Dobie G., Saxena R. Endothelial Nitric Oxide Synthase Gene Polymorphisms Increase Risk of Deep Vein Thrombosis by Altering Homocysteine Levels. *Clin Lab.* 2022; 68 (3). DOI: <https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2021.210642>.
13. Подзолков В.И., Брагина А.Е., Дружинина Н.А. Взаимосвязь курения и уровня маркеров эндотелиальной дисфункции у больных гипертонической болезнью. КВТиП. 2018; 5: 11–16.
14. Hensen A.D.O., Lijfering W.M., Cannegieter S.C., Rosendaal F.R., van Hylckama Vlieg A. Hyperhomocysteinaemia and the risk of recurrent venous thrombosis: results from the MEGA follow-up study. *Br J Haematol.* 2019; 187 (2): 219–226. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjh.16075>.
15. Cao Y., Yao T., Chen H., Liu H., Li C., Wang D., Wang Y., Qiu F., Huang H. The association of serum folate and homocysteine on venous thromboembolism in patients with colorectal cancer: a cross-sectional study. *Transl Cancer Res.* 2023; 12 (1): 125–134. DOI: <https://doi.org/10.21037/tcr-22-2839>.
16. Шмелева В.М., Папаян Л.П., Салтыкова Н.Б. Клинико-лабораторная диагностика и лечение тромбофилии, обусловленной гипергомоцистеинемией (медицинская технология). СПб.: СПб МАПО; 2008. 34.
17. Шмелева В.М., Капустин С.И., Блинов М.Н., Полякова А.П., Салтыкова Н.Б., Папаян Л.П. Роль гипергомоцистеинемии в развитии тромбоэмболических осложнений. Медицина экстремальных ситуаций. 2012; 1 (39): 106–117.
18. Yang Y., Zeng Y., Yuan S., Xie M., Dong Y., Li J., He Q., Ye X., Lv Y., Hoher C.F., Kraemer B.K., Hong X., Hoher B. Prevalence and risk factors for hyperhomocysteinemia: a population-based cross-sectional study from Hunan, China. *BMJ Open.* 2021; 11 (12): e048575. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-048575>.
19. Абдувахопова Н.Р. Нарушения в системе гемостаза при гипергомоцистеинемии. Экономика и социум. 2022; 1-1 (92): 266–269.

Поступила в редакцию 15.05.2024; принята 02.11.2024.

Авторский коллектив

Воронцова Александра Сергеевна – ассистент кафедры клинической фармакологии и фармакотерапии, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 163000, Россия, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51; e-mail: baklab1gkb@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-0515>.

Воробьева Надежда Александровна – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии и фармакотерапии, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 163000, Россия, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51; e-mail: nadejdav0@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6613-2485>.

Воробьева Алена Ивановна – научный сотрудник ЦНИЛ, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 163000, Россия, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51; e-mail: greenhamster@rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4817-6884>.

Абрамов Артем Александрович – ассистент кафедры клинической биохимии, микробиологии и лабораторной диагностики, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 163000, Россия, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51; e-mail: art21541610@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3862-6565>.

Образец цитирования

Воронцова А.С., Воробьева Н.А., Воробьева А.И., Абрамов А.А. Особенности обмена фолатов и гомоцистеина у коренного этноса Крайнего Севера России. Ульяновский медико-биологический журнал. 2024; 4: 169–178. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-4-169-178.

CHARACTERISTICS OF FOLATE AND HOMOCYSTEINE METABOLISM IN THE INDIGENOUS ETHNIC GROUPS OF THE RUSSIAN FAR NORTH

A.S. Vorontsova, N.A. Vorobyeva, A.I. Vorobyeva, A.A. Abramov

Northern State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation,
Arkhangelsk, Russia

Rapidly increasing industrial activities in the Arctic and changes in the climate and environmental conditions in the Far North negatively impact the traditional way of life and health of the indigenous peoples of the North – the Nenets.

The aim of the study is to assess the influence of nutritional status and smoking on folate and homocysteine metabolism in ethnic Nenets permanently residing on Vaygach Island.

Materials and Methods. The study includes 48 healthy ethnic Nenets at the age of 18 years and older. The participants were surveyed and enzyme immunoassays were used to determine serum folate and homocysteine levels. To assess the effect of smoking on folate and homocysteine levels, the trial participants were divided into two groups: smokers and nonsmokers. Statistical data processing was performed using R 4.2.3 and Rstudio 1.2.5019.

Results. According to the questionnaire, all trial subjects rarely ate fruit and vegetables, 62.5 % of the respondents drank alcohol, 73 % were tobacco smokers. Significant folate deficiency was noted in 75 % of the participants, and hyperhomocysteinemia was observed in all trial subjects. It was noted, that folate and homocysteine levels smokers were statistically significantly higher than in nonsmokers.

Conclusion. The majority of the indigenous population of Vaygach Island demonstrated a pronounced folate deficiency and hyperhomocysteinemia. The effect of tobacco smoking on folate and homocysteine metabolism was proved.

Key words: Far North, Nenets, homocysteine, tobacco smoking, folates.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Research concept and design: Vorobyeva N.A., Vorontsova A.S.

Conducting a survey, collecting clinical material: Vorobyeva N.A., Vorobyeva A.I.

Conducting laboratory research: Vorontsova A.S.

Literature search, text writing and editing: Vorontsova A.S., Vorobyeva A.I.

Statistical data processing: Abramov A.A.

References

1. Vyaz'min A.M., Sannikov A.L., Mordovskiy E.A. Sotsial'no-meditsinskie problemy narodonaseleniya tsirkumpolyarnykh stran – vyzovy sovremennomu razvitiyu Arktiki [Social and medical problems of the population of circumpolar countries - challenges to the modern development of the Arctic]. *AiS*. 2012; 8: 1–17 (in Russian).

2. Davydov A.N., Mikhaylova G.V. Izmenenie klimata i usloviya zhizni v Arktike v vospriyatii nentsev ostrova Vaygach [Climate change and living conditions in the Arctic in perception of the Nenets of Vaygach Island]. *Ekologiya cheloveka*. 2013; 2: 29–34 (in Russian).
3. Bogdanov I.V., Sokolova M.V. Vliyanie svetovoy aperiodichnosti v Arktike na psikhofizicheskoe zdorov'e molodezhi i napravleniya reabilitatsii [Influence of light aperiodicity in the Arctic on the psychophysical health of youth and directions of rehabilitation]. *Vestnik Meditsinskogo instituta nepreryvnogo obrazovaniya*. 2022; 2: 22–24 (in Russian).
4. Vorobyeva N.A., Kunavina K.A., Golubovich A.V., Vorobyeva A.I. Stomatologicheskoe zdorov'e korennoy etnosa ostrova vaygach arkticheskoy zony rossiyskoy federatsii [Oral health of the indigenous people of Vaygach Island, Arctic Russia]. *Ekologiya cheloveka*. 2021; 4: 25–29 (in Russian).
5. Svetlichnaya T.G., Vorobyeva N.A. Obraz zhizni i zdorov'e nentsev v usloviyakh postoyannogo ostrovnogo prozhivaniya v Arktike [Lifestyle and self-perceived health of the Nenets population living on the Arctic island of Vaygach]. *Ekologiya cheloveka*. 2019; 12: 20–25 (in Russian).
6. Manchuk V.T., Nadtochiy L.A. Sostoyanie i tendentsii formirovaniya zdorov'ya korennoy naseleniya Severa i Sibiri [The state and tendencies in the formation health in native people of the North and Siberia]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*. 2010; 3: 24–32 (in Russian).
7. Belova N.I., Lavrinov P.A., Vorobyeva N.A., Zueva T.N., Ayvazova E.A. Alimentarnyy status korennoy naseleniya Nenetskogo avtonomnogo okruga [Alimentary status of native population of the Nenets Autonomous Okrug]. *Ekologiya cheloveka*. 2013; 7: 10–14 (in Russian).
8. Lekhanova E.N., Buganov A.A. Vliyanie elementnogo statusa na protsessy metabolizma u zhitel'ev Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga [Influence of the element status on metabolic processes in residents of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. *ZNiSO*. 2008; 9: 18–21 (in Russian).
9. Belova N.I., Lavrinov P.A., Vorobyeva N.A. Novye markery riska serdechno-sosudistyykh zabolevaniy v populyatsii nentsev Nenetskogo avtonomnogo okruga [New risk markers for cardiovascular pathology in the Nenets population of the Nenets Autonomous Okrug]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2014; 2: 12–20 (in Russian).
10. You Y., Zeng N., Wu W., Liu B., Rong S., Xu D. Association of Serum Homocysteine With Peripheral Arterial Disease in Patients Without Diabetes: A Study Based on National Health and Nutrition Examination Survey Database. *Am J Cardiol*. 2024; 218: 16–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2024.03.002>.
11. Habib S.S., Al-Khlaiwi T., Almushawah A., Alsomali A., Habib S.A. Homocysteine as a predictor and prognostic marker of atherosclerotic cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023; 27 (18): 8598–8608. DOI: https://doi.org/10.26355/eurrev_202309_33784.
12. Akhter M.S., Biswas A., Iqbal J., Hamali H.A., Mobarki A.A., Abdullah S.M., Dobie G., Saxena R. Endothelial Nitric Oxide Synthase Gene Polymorphisms Increase Risk of Deep Vein Thrombosis by Altering Homocysteine Levels. *Clin Lab*. 2022; 68 (3). DOI: <https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2021.210642>.
13. Podzolkov V.I., Bragina A.E., Druzhinina N.A. Vzaimosvyaz' kureniya i urovnya markerov endotelial'noy disfunktsii u bol'nykh gipertonicheskoy bolezn'yu [Correlation between smoking and the level of endothelial dysfunction markers in patients with hypertension]. *KVTiP*. 2018; 5: 11–16 (in Russian).
14. Hensen A.D.O., Lijfering W.M., Cannegieter S.C., Rosendaal F.R., van Hylckama Vlieg A. Hyperhomocysteinaemia and the risk of recurrent venous thrombosis: results from the MEGA follow-up study. *Br J Haematol*. 2019; 187 (2): 219–226. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjh.16075>.
15. Cao Y., Yao T., Chen H., Liu H., Li C., Wang D., Wang Y., Qiu F., Huang H. The association of serum folate and homocysteine on venous thromboembolism in patients with colorectal cancer: a cross-sectional study. *Transl Cancer Res*. 2023; 12 (1): 125–134. DOI: <https://doi.org/10.21037/tcr-22-2839>.
16. Shmeleva V.M., Papayan L.P., Saltykova N.B. *Kliniko-laboratornaya diagnostika i lechenie trombofilii, obuslovlennoy giperhomotsisteinemiyei (meditsinskaya tekhnologiya)* [Clinical and laboratory diagnostics and treatment of thrombophilia caused by hyperhomocysteinemia (medical technology)]. St. Petersburg: SPb MAPO; 2008. 34 (in Russian).
17. Shmeleva V.M., Kapustin S.I., Blinov M.N., Polyakova A.P., Saltykova N.B., Papayan L.P. Rol' giperhomotsisteinemii v razvitiy tromboembolicheskikh oslozhneniy [The role of hyperhomocysteinemia in the development of thromboembolic complications]. *Meditsina ekstremal'nykh situatsiy*. 2012; 1 (39): 106–117 (in Russian).

18. Yang Y., Zeng Y., Yuan S., Xie M., Dong Y., Li J., He Q., Ye X., Lv Y., Hocher C.F., Kraemer B.K., Hong X., Hocher B. Prevalence and risk factors for hyperhomocysteinemia: a population-based cross-sectional study from Hunan, China. *BMJ Open*. 2021; 11 (12): e048575. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-048575>.
19. Abdvakhopova N.R. Narusheniya v sisteme gemostaza pri gipergomotsisteinonii [Disorders in the hemostasis system in hyperhomocysteinemia]. *Ekonomika i sotsium*. 2022; 1-1 (92): 266–269 (in Russian).

Received May 15, 2024; accepted November 02, 2024.

Information about the authors

Vorontsova Aleksandra Sergeevna, Teaching Assistant, Chair of Clinical Pharmacology and Pharmacotherapy, Northern State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 163000, Russia, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: baklab1gkb@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-0515>.

Vorobyeva Nadezhda Aleksandrova, Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Chair of Clinical Pharmacology and Pharmacotherapy, Northern State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 163000, Russia, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: nadejdav0@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6613-2485>.

Vorobyeva Alena Ivanovna, Researcher, Central Scientific Research Laboratory, Northern State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 163000, Russia, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: greenhamster@rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4817-6884>.

Abramov Artem Aleksandrovich, Teaching Assistant, Chair of Clinical Biochemistry, Microbiology and Laboratory Diagnostics, Northern State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 163000, Russia, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: art21541610@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3862-6565>.

For citation

Vorontsova A.S., Vorobyeva N.A., Vorobyeva A.I., Abramov A.A. Osobennosti obmena folatov i gomotsisteina u korennoogo etnosa Kraynego Severa Rossii [Characteristics of folate and homocysteine metabolism in the indigenous ethnic groups of the Russian Far North]. *Ulyanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal*. 2024; 4: 169–178. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-4-169-178 (in Russian).