

УДК 612.015.3:577.16(470.11)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z156

## **ФОЛАТНЫЙ СТАТУС У СТУДЕНТОВ ИЗ ИНДИИ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В г. АРХАНГЕЛЬСКЕ**

А.С. Воронцова\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-0515>

Н.А. Воробьева\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6613-2485>

А.И. Воробьева\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4817-6884>

Е.Ю. Мельничук\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7000-5451>

\*Северный государственный медицинский университет  
(г. Архангельск)

Суровые климатические условия приарктических регионов России требуют особого напряжения адаптационных механизмов саморегуляции приезжих, вкуче со сменой образа жизни и питания. Акклиматизация иностранных студентов, обучающихся в приарктических регионах России, наряду с высокой умственной нагрузкой, значимой перестройкой образа жизни, алиментарных и поведенческих привычек, может привести к нарушению гомеостаза, в частности в обмене фолатов. Известно, что в регуляции обмена фолатов играют роль как генетические (аллельные варианты, детерминирующие особенности обмена фолатов и гомоцистеина), так и фенотипические (алиментарные и поведенческие) факторы. **Цель** исследования – анализ фолатного статуса у этнических индийцев, проживающих в приарктическом регионе России. **Материалы и методы.** Проспективное одномоментное поперечное популяционное исследование выполнено на выборке этнических индийцев ( $n = 117$ ), обучающихся в Северном государственном медицинском университете и проживающих на территории г. Архангельска. Проведен анализ взаимосвязи уровня фолатов с длительностью пребывания в условиях приарктического региона России, индексом массы тела, табакокурением, приемом алкоголя, алиментарным статусом. **Результаты.** Исследование показало, что у индийских студентов в процессе проживания в г. Архангельске уровень фолатов значимо снижается (с 10,0 [9,325; 13,65] нг/мл на 1-м курсе до 4,00 [4,00; 6,00] нг/мл на 6-м курсе обучения;  $p < 0,001$ ), что можно связать с изменением диеты в виде ограничения употребления овощей, табакокурением, приемом алкоголя – факторами риска нарушения обмена гомоцистеина и, как следствие, неблагоприятных сосудистых событий. Значимый дефицит уровня фолатов, выявленный у индийских студентов, длительно проживающих в условиях приарктического региона России, обуславливает необходимость проведения ряда превентивных мероприятий, направленных на профилактику дезадаптационных расстройств фолатного обмена у иностранных студентов и подразумевающих контроль качества жизни и здоровья, алиментарного статуса, поддержание здорового образа жизни, в т. ч. отказ от вредных привычек, отрицательно влияющих на здоровье.

**Ключевые слова:** фолатная кислота, физиологическая адаптация, фолатный обмен, этнические индийцы, приарктический регион России, табакокурение, питание.

**Ответственный за переписку:** Воробьева Надежда Александровна, адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51; e-mail: nadejdav0@gmail.com

**Для цитирования:** Воронцова А.С., Воробьева Н.А., Воробьева А.И., Мельничук Е.Ю. Фолатный статус у студентов из Индии, обучающихся в г. Архангельске // Журн. мед.-биол. исследований. 2023. Т. 11, № 3. С. 302–309. DOI: 10.37482/2687-1491-Z156

Суровые климатические условия приарктических регионов России обусловлены низкой среднегодовой температурой воздуха, продолжительной морозной зимой, резкими колебаниями атмосферного давления, высокой геомагнитной активностью и короткой продолжительностью светового дня. Сложные климатические характеристики требуют от организма человека напряжения адаптационных механизмов [1, 2].

В настоящее время в Северном государственном медицинском университете (СГМУ) г. Архангельска обучается более 1000 студентов из Индии [3]. Обучение студентов сопряжено с высокой умственной нагрузкой, перестройкой образа жизни, алиментарных и поведенческих привычек. Неблагоприятные климатические условия района проживания в совокупности с данными факторами могут привести к дезадаптации организма, что, в свою очередь, способствует развитию нарушений гомеостаза и патологических процессов [1, 3].

Воздействие на организм человека различных неблагоприятных факторов внешней среды в первую очередь отражается на состоянии первичного звена гемостаза – эндотелия и, как следствие, сердечно-сосудистой системы [4]. Ведущую роль в развитии эндотелиальной дисфункции играют особенности фолатного обмена, связанные с нарушением метаболизма гомоцистеина [5]. Фолатный обмен представляет собой сложный, каскадный, многостадийный процесс реметилирования гомоцистеина в метионин с участием ферментов фолатного цикла и витаминов группы В (фолиевой кислоты и кобаламина) [6]. Известно, что в регуляции обмена фолатов играют роль как генетические (аллельные варианты, детерминирующие особенности обмена фолатов и гомоцистеина), так и фенотипические (алиментарные и поведенческие) факторы. В связи с этим особый интерес представляет изучение фолатного обмена у отдельных этносов, временно живущих в условиях приарктического региона РФ, изменения алиментарных и поведенческих привычек.

Цель исследования – анализ фолатного статуса у этнических индийцев, проживающих в приарктическом регионе РФ.

**Материалы и методы.** Проспективное одномоментное поперечное популяционное исследование выполнено в марте 2023 года на выборке этнических индийцев, обучающихся на международном факультете врача общей практики СГМУ и проживающих на территории г. Архангельска. Базой исследования явилась кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии СГМУ.

Критерии включения в исследование: здоровые добровольцы обоих полов молодого возраста (от 18 до 44 лет); этнические индийцы – на основе самоидентификации субъектов и их родителей (четвертое поколение включительно); отсутствие хронических заболеваний, связанных с дисфункцией эндотелия; отсутствие беременности; отсутствие приема лекарственных препаратов, биологически активных добавок, витаминных комплексов; письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Критерием исключения являлся отказ от участия на любой стадии исследования.

В комплексное клинико-лабораторное исследование включено 117 студентов (этнических индийцев), проведено анкетирование участников, осуществлен анализ уровня фолиевой кислоты иммунологическим методом. Исследование одобрено локальным этическим комитетом СГМУ (протокол № 01/02-23 от 15.02.2023).

Уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови определялся посредством твердофазного иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов Folate AccuBind ELISA (Monobind, США) на базе лаборатории ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич». Согласно инструкции к набору, референтный интервал, расположенный в диапазоне от 3,2 до 13,7 нг/мл, расценивался как достаточный уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови, концентрация менее 3,2 нг/мл – как низкий уровень.

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 оценивался

с помощью критерия Шапиро–Уилка. Считалось, что распределение данных отличается от нормального (распределения Гаусса) при уровне статистической значимости  $p < 0,05$ . Данные представлялись в виде медианы ( $Me$ ), первого и третьего квартилей [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]. Для сравнения независимых выборок использовался критерий Манна–Уитни ( $W$ ). Различия между группами считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Для оценки взаимосвязи между двумя переменными применялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r$ ).

**Результаты.** По гендерной принадлежности индийские студенты распределились следующим образом: женщины – 38,5 % ( $n = 45$ ), мужчины – 61,5 % ( $n = 72$ ). Возраст участников составил от 19 до 30 лет (21 [20; 24] год), при этом возраст мужчин – от 19 до 30 лет (22,5 [21; 24] года), женщин – от 19 до 26 лет (21 [20; 23] год). Возраст мужчин и женщин статистически значимо различался ( $W = 1085$ ,  $p = 0,002$ ). В ходе исследования выборка этнических индийцев была разделена на две группы: студенты 1-го года обучения и студенты 6-го года обучения. Антропологическая характеристика исследуемых групп и данные об образе жизни представлены в табл. 1, 2.

Сравнительный анализ групп выявил, что индекс массы тела (ИМТ) у студентов 6-го года обучения был статистически значимо выше, чем ИМТ студентов 1-го года, при этом ИМТ  $> 30$ , свидетельствующий об ожирении, отмечен у двух 6-курсников. Анализ факторов нездорового образа жизни (табакокурение и употребление

алкоголя) показал, что 40 % студентов 6-го года обучения курили, при этом стаж табакокурения, по данным анкетирования, составлял от 5 до 6 лет; установлены статистически значимые различия по сравнению с обучающимися 1-й год, из которых курило всего 3 % ( $p < 0,001$ ). Отмечена аналогичная с табакокурением неблагоприятная тенденция, связанная с употреблением алкоголя студентами из Индии. Так, доля принимающих алкоголь среди 6-курсников (45 %) была значительно выше, чем среди студентов 1-го курса – 3 % ( $p < 0,001$ ).

Употребление достаточного количества овощей является одним из главных признаков здорового, рационального питания. По данным Всемирной организации здравоохранения, потребность организма человека в овощах и фруктах составляет 400–500 г/сут., т. е. 4-5 порций в день [7]. Приехавшие из Индии студенты 1-го года обучения статистически чаще употребляли в пищу овощи и фрукты, чем студенты 6-го курса ( $p < 0,001$ ). В группе студентов 1-го года обучения 23 % придерживались вегетарианского образа питания, при этом в группе 6-курсников вегетарианцев уже не зарегистрировано.

Согласно цели нашей работы, у студентов был определен уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови. Установлено, что у студентов 1-го года обучения уровень фолиевой кислоты был статистически значимо выше показателя 6-курсников ( $p < 0,001$ ). Важно отметить, что среди студентов 6-го года обучения было выявлено 3 человека с уровнем фолиевой кислоты менее 3,2 нг/мл, свидетельствующем о значимом дефиците фолатов.

Таблица 1

**АНТРОПОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП ИНДИЙЦЕВ,  
ОБУЧАЮЩИХСЯ В СЕВЕРНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
( $n = 117$ ),  $Me$  [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]**

**ANTHROPOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SAMPLE GROUPS OF INDIANS  
STUDYING AT NORTHERN STATE MEDICAL UNIVERSITY ( $n = 117$ ),  $Me$  [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ]**

Показатель	Студенты 1-го года обучения ( $n = 70$ )	Студенты 6-го года обучения ( $n = 47$ )	$p$
Возраст, годы	20,0 [20,0; 23,0]	24,0 [23,5; 25,0]	$<0,001$
Индекс массы тела	20,76 [19,52; 23,86]	23,81 [21,40; 24,45]	$<0,001$
Уровень фолиевой кислоты в сыворотке крови, нг/мл	10,00 [9,33; 13,65]	4,00 [4,00; 6,00]	$<0,001$

Таблица 2

**ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ВАРИАЦИЙ ФАКТОРОВ ОБРАЗА ЖИЗНИ  
В ГРУППАХ ИНДИЙЦЕВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В СЕВЕРНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ, чел. (%)**  
**INCIDENCE OF LIFESTYLE FACTORS VARIATIONS IN THE GROUPS OF INDIANS  
STUDYING AT NORTHERN STATE MEDICAL UNIVERSITY, people (%)**

Фактор	Студенты 1-го года обучения (n = 70)	Студенты 6-го года обучения (n = 47)	p
Табакокурение: присутствует отсутствует	2 (3) 68 (97)	19 (40) 28 (60)	<0,001
Употребление алкоголя: присутствует отсутствует	2 (3) 68 (97)	21 (45) 26 (55)	<0,001
Употребление овощей: достаточное редкое	69 (99) 1 (1)	18 (38) 29 (62)	<0,001
Употребление мяса: присутствует отсутствует	54 (77) 16 (23)	47 (100) 0 (0)	<0,001

Обнаружена обратная взаимосвязь концентрации фолиевой кислоты в сыворотке крови с возрастом обследуемых ( $r = -0,577$ ,  $p < 0,001$ ). Взаимосвязи уровня фолиевой кислоты с ИМТ не выявлено ( $r = -0,152$ ,  $p = 0,102$ ).

Результаты нашего исследования показали, что у индийских студентов, длительно проживаю-

щих в г. Архангельске, уровень фолиевой кислоты значительно снижается, что можно связать с изменением диеты в виде ограничения употребления овощей. Исходя из этого, мы проанализировали влияние модифицируемых факторов образа жизни на уровень фолиевой кислоты в организме индийских студентов (табл. 3).

Таблица 3

**ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЕМЫХ ФАКТОРОВ ОБРАЗА ЖИЗНИ  
НА УРОВЕНЬ ФОЛИЕВОЙ КИСЛОТЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ У ИНДИЙЦЕВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ  
В СЕВЕРНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (n = 117), Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**  
**INFLUENCE OF MODIFIABLE LIFESTYLE FACTORS ON THE SERUM LEVELS OF FOLIC ACID  
IN INDIANS STUDYING AT NORTHERN STATE MEDICAL UNIVERSITY (n = 117), Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**

Фактор	Концентрация фолиевой кислоты, нг/мл	p
Употребление овощей: достаточное редкое	9,80 [8,10; 12,90] 5,00 [4,00; 6,00]	<0,001
Табакокурение: присутствует отсутствует	5,50 [4,00; 8,00] 9,70 [5,90; 12,80]	<0,001
Употребление алкоголя: присутствует отсутствует	5,00 [4,00; 6,00] 9,70 [6,25; 12,80]	<0,001

Анализ не показал статистических значимых половых различий уровня фолиевой кислоты в сыворотке крови обследуемых. Значимые различия были выявлены в зависимости от особенностей образа жизни, таких как питание, курение и употребление алкоголя.

**Обсуждение.** Общеизвестно, что на процессы фолатного обмена, которые протекают во всех клетках организма, могут оказывать влияние факторы окружающей среды и образа жизни, такие как недостаточное поступление фолатов с пищей, табакокурение, употребление алкоголя, чрезмерное употребление кофе [6, 8]. С точки зрения современной медицины и нутрициологии дефицит фолатов невозможно расценивать как рядовой гиповитаминоз. Нарушение фолатного обмена неизбежно приводит к ряду патологических событий, таких как кардиоваскулярные заболевания, анемия, патологии развития плода, осложнения беременности [9].

В нашем исследовании установлена взаимосвязь между продолжительностью пребывания этнических индийцев в приарктическом регионе РФ и особенностями их образа жизни. Анализ показал, что чем дольше индийские студенты проживают в г. Архангельске, тем меньше они употребляют растительную пищу, богатую фолатами. Данный факт подтверждается и проведенным нами лабораторным исследованием уровня фолиевой кислоты в сыворотке крови, который выявил статистически значимое снижение уровня фолиевой кислоты у индийских студентов на 6-й год проживания в г. Архангельске, при этом у 6,4 % студентов наблюдался значимый дефицит фолатов. Вероятно, это связано с тем, что недавно прибывшие в г. Архангельск студенты-индийцы сохраняют традиционный образ питания (преимуществом является употребление растительной пищи), а более длительно живущие в условиях приарктического региона перенимают местную культуру питания, где преобладает липидно-белковый рацион [10, 11]. Полученная взаимосвязь уровня фолиевой кислоты с достаточным потреблением растительной пищи также подтверждается данными исследования, где показана лучшая обеспеченность фолатами у лиц, придержива-

ющихся средиземноморской диеты, богатой овощами и фруктами [12].

Кроме того, результаты анкетирования продемонстрировали, что индийские студенты, обучающиеся в г. Архангельске, с течением времени начинают больше потреблять алкоголь и курить, в отличие от 1-курсников. Необходимо отметить, что цианиды, содержащиеся в табачном дыме, снижают активность витаминов группы В, тем самым нарушая фолатный обмен в организме [13], а этанол ингибирует активность метионинсинтазы, фермента фолатного цикла, отвечающего за реметилирование гомоцистеина, оказывает блокирующее действие на переносчиков фолатов в кишечнике и служит антагонистом пиридоксина [8, 14]. Наше исследование показало статистически значимое влияние табакокурения на уровень фолатов, что подтверждается результатами других работ, в которых было выявлено, что курильщики чаще страдают дефицитом фолатов, чем некурящие [15–17].

Значимое снижение уровня фолиевой кислоты в сыворотке крови у студентов из Индии, связанное с приемом алкоголя, по нашему мнению, обусловлено комплексным воздействием неблагоприятных факторов образа жизни, таких как алиментарный статус, употребление алкоголя и курение. Данные поведенческие факторы в совокупности с суровыми климатическими условиями, напряженными механизмами адаптации и нерациональным питанием могут способствовать прогрессированию нарушений фолатного обмена и, как следствие, ухудшению здоровья иностранных студентов, проживающих в условиях приарктического региона РФ.

Итак, проведенное исследование установило негативное влияние длительного проживания в приарктическом регионе РФ и изменения привычного образа жизни на фолатный статус индийских студентов, что является фактором риска нарушения обмена гомоцистеина и, как следствие, неблагоприятных сосудистых событий. Выявлено, что фолатный статус индийских студентов в период проживания их в условиях приарктического региона зависит от алиментарного фактора и вредных привычек (табакоку-

рение, употребление алкоголя). В связи с этим существует необходимость проведения ряда превентивных мероприятий, необходимых для профилактики дезадаптационных расстройств фолатного обмена и направленных на нормализацию алиментарного статуса иностранных студентов, поддержание здорового образа жизни, включая отказ от вредных привычек, отрица-

тельно влияющих на здоровье, в первую очередь от курения и употребления алкоголя.

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках государственного задания (НИОКР № 121030300111-7).

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией статьи.

### Список литературы

1. Багнетова Е.А., Малюкова Т.И., Болотов С.В. К вопросу об адаптации организма человека к условиям жизни в северном регионе // Успехи соврем. естествознания. 2021. № 4. С. 111–116. DOI: [10.17513/use.37616](https://doi.org/10.17513/use.37616)
2. Игнатьева С.Н., Кубасов Р.В. Метаболические адаптационные возможности организма к обучению студентов медицинского вуза на Европейском Севере // Вестн. РАМН. 2014. № 11–12. С. 84–88. PMID: 25971132; DOI: [10.15690/vramn.v69i11-12.1188](https://doi.org/10.15690/vramn.v69i11-12.1188)
3. Кирьянов А.Б., Кожевникова И.С., Аникина Н.Ю., Грибанов А.В. Особенности мозговой активности у индийских студентов, начавших обучение в арктическом вузе // Междунар. науч.-исслед. журн. 2022. № 9(123). Ст. № 10. DOI: [10.23670/IRJ.2022.123.63](https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.63)
4. Говорухина А.А., Мальков О.А., Новоселова А.А. Состояние сосудов как один из критериев адаптации организма в условиях Севера // Электрон. науч.-образоват. вестн. «Здоровье и образование в XXI веке». 2016. Т. 18, № 11. С. 55–59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-sosudov-kak-odin-iz-kriteriev-adaptatsii-organizma-v-usloviyah-severa/viewer> (дата обращения: 22.08.2023).
5. Воробьева Н.А., Воробьева А.И., Юрьев Н.А., Неманова С.Б. К вопросу диагностики эндотелиальной дисфункции в условиях транзитного рейса в Арктике // Экология человека. 2018. Т. 25, № 1. С. 53–59. DOI: [10.33396/1728-0869-2018-1-53-59](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-1-53-59)
6. Пристром А.М. Роль фолатов в сердечно-сосудистой профилактике: современное состояние проблемы // Междунар. обзоры: клин. практика и здоровье. 2020. № 1. С. 62–77.
7. Здоровое питание // Всемир. организация здравоохранения: [сайт]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (дата обращения: 20.03.2023).
8. Лебедева А.Ю., Михайлова К.В. Гипергомоцистеинемия: современный взгляд на проблему // Рос. кардиол. журн. 2006. № 5. С. 149–157.
9. Белова Н.И., Лавринов П.А., Воробьева Н.А. Новые маркеры риска сердечно-сосудистых заболеваний в популяции ненцев Ненецкого автономного округа // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 2. С. 12–20.
10. Мартынов А.С., Виноградов В.Г. Северные особенности питания // Окружающая среда и здоровье населения России: web-атлас. URL: <http://www.sci.aha.ru/ATL/ra00.htm> (дата обращения: 22.08.2023).
11. Никифорова Н.А., Карпетян Т.А., Доршакова Н.В. Особенности питания жителей Севера (обзор литературы) // Экология человека. 2018. № 11. С. 20–25.
12. Cirillo M., Argento F.R., Attanasio M., Becatti M., Ladisa I., Fiorillo C., Coccia M.E., Fatini C. Atherosclerosis and Endometriosis: The Role of Diet and Oxidative Stress in a Gender-Specific Disorder // Biomedicines. 2023. Vol. 11, № 2. Art. № 450. DOI: [10.3390/biomedicines11020450](https://doi.org/10.3390/biomedicines11020450)
13. Подзолков В.И., Брагина А.Е., Дружинина Н.А. Взаимосвязь курения и уровня маркеров эндотелиальной дисфункции у больных гипертонической болезнью // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2018. Т. 17, № 5. С. 11–16. DOI: [10.15829/1728-8800-2018-5-11-16](https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-5-11-16)
14. Hamid A., Wani N.A., Kaur J. New Perspectives on Folate Transport in Relation to Alcoholism-Induced Folate Malabsorption – Association with Epigenome Stability and Cancer Development // FEBS J. 2009. Vol. 276, № 8. P. 2175–2191. DOI: [10.1111/j.1742-4658.2009.06959.x](https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2009.06959.x)
15. Liu A.S.L.W., Neves F.J., Pinto J., Amorim P.M.S., Bonilha A.C., Mapurunga M., Moscardi A.V.S., Demarzo M., Guerra-Shinohara E.M., D’Almeida V., Ramos L.R., Andreoni S., Tomita L.Y. Reduced Circulating Folate Among Older Adults Caused by Continuous Work: Nested Cross-Sectional Study Conducted in a Country with Folic Acid Fortification Program // Nutr. Res. 2022. Vol. 108. P. 43–52. DOI: [10.1016/j.nutres.2022.10.008](https://doi.org/10.1016/j.nutres.2022.10.008)

16. Ortega Anta R.M., Jiménez Ortega A.I., Martínez García R.M., Lorenzo Mora A.M., Lozano Estevan M.D.C. Problemática nutricional en fumadores y fumadores pasivos // *Nutr. Hosp.* 2021. Vol. 38, № S2. P. 31–34. DOI: [10.20960/nh.03794](https://doi.org/10.20960/nh.03794)

17. Жилыева Т.В., Касьянов Е.Д., Пятойкина А.С., Благодрава А.С., Мазо Г.Э. Ассоциация уровня фолатов сыворотки крови с клиническими симптомами шизофрении // *Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2022. Т. 122, № 8. С. 128–135. DOI: [10.17116/jnevro2022122081128](https://doi.org/10.17116/jnevro2022122081128)

## References

1. Bagnetova E.A., Malyukova T.I., Bolotov S.V. K voprosu ob adaptatsii organizma cheloveka k usloviyam zhizni v severnom regione [Adapting the Human Body to Living Conditions in the Northern Region]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2021, no. 4, pp. 111–116. DOI: [10.17513/use.37616](https://doi.org/10.17513/use.37616)

2. Ignat'eva S.N., Kubasov R.V. Metabolicheskie adaptatsionnye vozmozhnosti organizma k obucheniyu studentov meditsinskogo vuza na Evropeyskom Severe [Students' Metabolic Adaptation Resources to Studying at a Medical University in the European North]. *Vestnik RAMN*, 2014, no. 11–12, pp. 84–88. PMID: 25971132; DOI: [10.15690/vramn.v69i11-12.1188](https://doi.org/10.15690/vramn.v69i11-12.1188)

3. Kir'yanov A.B., Kozhevnikova I.S., Anikina N.Yu., Gribanov A.V. Osobennosti mozgovoy aktivnosti u indiykikh studentov, nachavshikh obuchenie v arkticheskom vuze [Specifics of Brain Activity in Indian Students in the Arctic University]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2022, no. 9. Art. no. 10. DOI: [10.23670/IRJ.2022.123.63](https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.63)

4. Govorukhina A.A., Mal'kov O.A., Novoselova A.A. Sostoyanie sosudov kak odin iz kriteriev adaptatsii organizma v usloviyakh Severa [Vascular Condition as One of the Criteria of Adaptation in the North]. *Elektronnyy nauchno-obrazovatel'nyy vestnik "Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke"*, 2016, vol. 18, no. 11, pp. 55–59. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-sosudov-kak-odin-iz-kriteriev-adaptatsii-organizma-v-usloviyah-severa/viewer> (accessed: 22 August 2023).

5. Vorobyeva N.A., Vorobyeva A.I., Yuryev N.A., Nemanova S.B. To the Question of Diagnoses of Endothelial Dysfunction Under the Conditions of the Transported Flight in the Arctic. *Ekologiya cheloveka*, 2018, vol. 25, no. 1, pp. 53–59. DOI: [10.33396/1728-0869-2018-1-53-59](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-1-53-59)

6. Pristrom A.M. Rol' folatov v serdechno-sosudistoy profilaktike: sovremennoe sostoyanie problemy [The Role of Folate in Cardiovascular Prophylaxis: Current Status of the Problem]. *Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorov'e*, 2020, no. 1, pp. 62–77.

7. Healthy Diet. *World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (accessed: 20 March 2023) (in Russ.).

8. Lebedeva A.Yu., Mikhaylova K.V. Gipergomotsisteinemiya: sovremennyy vzglyad na problemu [Hyperhomocysteinemia: A Modern View of the Problem]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*, 2006, no. S, pp. 149–157.

9. Belova N.I., Lavrinov P.A., Vorobyeva N.A. Novye markery riska serdechno-sosudistykh zabolevaniy v populyatsii nentsev Nenetskogo avtonomnogo okruga [New Risk Markers for Cardiovascular Pathology in the Nenets Population of the Nenets Autonomous Area]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 2, pp. 12–20.

10. Martynov A.S., Vinogradov V.G. Severnye osobennosti pitaniya [Northern Nutrition]. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e naseleniya Rossii: web-atlas* [Environment and Health of the Population of Russia: Web-Atlas]. Available at: <http://www.sci.aha.ru/ATL/ra00.htm> (accessed: 22 August 2023).

11. Nikiforova N.A., Karapetyan T.A., Dorshakova N.V. Osobennosti pitaniya zhitel'ey Severa (obzor literatury) [Dietary Habits of Northerners (Literature Review)]. *Ekologiya cheloveka*, 2018, no. 11, pp. 20–25.

12. Cirillo M., Argento F.R., Attanasio M., Becatti M., Ladisa I., Fiorillo C., Coccia M.E., Fatini C. Atherosclerosis and Endometriosis: The Role of Diet and Oxidative Stress in a Gender-Specific Disorder. *Biomedicine*, 2023, vol. 11, no. 2. Art. no. 450. DOI: [10.3390/biomedicine11020450](https://doi.org/10.3390/biomedicine11020450)

13. Podzolkov V.I., Bragina A.E., Druzhinina N.A. Vzaimosvyaz' kureniya i urovnya markerov endotelial'noy disfunktsii u bol'nykh gipertonicheskoy boleznyu [Relation of Smoking and Endothelial Dysfunction Markers in Systemic Hypertension]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2018, vol. 17, no. 5, pp. 11–16. DOI: [10.15829/1728-8800-2018-5-11-16](https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-5-11-16)

14. Hamid A., Wani N.A., Kaur J. New Perspectives on Folate Transport in Relation to Alcoholism-Induced Folate Malabsorption – Association with Epigenome Stability and Cancer Development. *FEBS J.*, 2009, vol. 276, no. 8, pp. 2175–2191. DOI: [10.1111/j.1742-4658.2009.06959.x](https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2009.06959.x)

15. Liu A.S.L.W., Neves F.J., Pinto J., Amorim P.M.S., Bonilha A.C., Mapurunga M., Moscardi A.V.S., Demarzo M., Guerra-Shinohara E.M., D'Almeida V., Ramos L.R., Andreoni S., Tomita L.Y. Reduced Circulating Folate Among

Older Adults Caused by Continuous Work: Nested Cross-Sectional Study Conducted in a Country with Folic Acid Fortification Program. *Nutr. Res.*, 2022, vol. 108, pp. 43–52. DOI: [10.1016/j.nutres.2022.10.008](https://doi.org/10.1016/j.nutres.2022.10.008)

16. Ortega R.M., Jiménez Ortega A.I., Martínez García R.M., Lorenzo-Mora A.M., Lozano-Estevan M.D.C. Problemática nutricional en fumadores y fumadores pasivos. *Nutr. Hosp.*, 2021, vol. 38, no. S2, pp. 31–34. DOI: [10.20960/nh.03794](https://doi.org/10.20960/nh.03794)

17. Zhilyaeva T.V., Kasyanov E.D., Pyatoikina A.S., Blagonravova A.S., Mazo G.E. The Association of Serum Folate Levels with Schizophrenia Symptoms. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*, 2022, vol. 122, no. 8, pp. 128–135 (in Russ.). DOI: [10.17116/jnevro2022122081128](https://doi.org/10.17116/jnevro2022122081128)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z156

*Aleksandra S. Vorontsova*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-0515>

*Nadezda A. Vorobyeva*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6613-2485>

*Alyona I. Vorobyeva*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4817-6884>

*Elizaveta Yu. Mel'nichuk*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7000-5451>

\*Northern State Medical University  
(Arkhangelsk, Russian Federation)

## FOLATE STATUS OF STUDENTS FROM INDIA STUDYING IN ARKHANGELSK

The harsh climatic conditions of the subarctic regions of Russia, followed by lifestyle and nutritional changes, put a strain on the adaptive self-regulation mechanisms of newcomers. Acclimatization of foreign students coming to these regions, along with a high mental load and significant lifestyle modifications as well as alimentary and behavioural habits, can lead to homeostatic failure, in particular, folate metabolism disorder. It is known that both genetic (alleles determining the characteristics of folate and homocysteine metabolism) and phenotypic (nutritional and behavioural) factors play an important role in regulating folate metabolism. The purpose of this study was to analyse the folate status of ethnic Indians living in a subarctic region of Russia. Materials and methods. A prospective cross-sectional population-based study was conducted on a sample of ethnic Indians (n = 117) studying at Northern State Medical University in the city of Arkhangelsk. An analysis was performed of the relationship between folate levels and the duration of living in the subarctic region of Russia, body mass index, tobacco smoking, alcohol intake and nutritional status. The results of the study showed that folate levels in Indian students living in Arkhangelsk decreased significantly (from 10.0 [9.325; 13.65] ng/ml in the first year to 4.00 [4.00; 6.00] ng/ml in the sixth year of study; p < 0.001). This can be associated with changes in their diet (less vegetables), smoking and alcohol consumption, which are risk factors for impaired homocysteine metabolism and, as a consequence, for adverse vascular events. The significant folate deficiency in Indian students during their residence in subarctic conditions requires taking a number of measures aimed to prevent maladjustment disorders of folate metabolism in foreign students, which include quality of life, health and nutritional status controls as well as maintaining a healthy lifestyle, including giving up bad habits.

**Keywords:** *folic acid, physiological adaptation, folate metabolism, ethnic Indians, subarctic region of Russia, tobacco smoking, nutrition.*

Received 30 March 2023

Accepted 29 May 2023

Published 29 September 2023

Поступила 30.03.2023

Принята 29.05.2023

Опубликована 29.09.2023

**Corresponding author:** Nadezda Vorobyeva, address: prosp. Troitskiy 51, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; e-mail: [nadejdav0@gmail.com](mailto:nadejdav0@gmail.com)

**For citation:** Vorontsova A.S., Vorobyeva N.A., Vorobyeva A.I., Mel'nichuk E.Yu. Folate Status of Students from India Studying in Arkhangelsk. *Journal of Medical and Biological Research*, 2023, vol. 11, no. 3, pp. 302–309. DOI: 10.37482/2687-1491-Z156