

ISSN 1728-0869 (Print)
ISSN 2949-1444 (Online)

ЭКОЛОГИЯ



ЧЕЛОВЕКА

**EKOLOGIYA CHELOVEKA
(HUMAN ECOLOGY)**

Volume 30, Issue 6, 2023

6

Том 30

2023



УЧРЕДИТЕЛИ:

- ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России;
- ООО «Эко-Вектор»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 20 марта 2020 г. Регистрационный номер ПИ № ФС77-78166

ИЗДАТЕЛЬ:

ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н

E-mail: info@eco-vector.com

WEB: https://eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ:

Адрес: 163069, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51.

Тел. +7 (818) 220 6563;

E-mail: he-office@eco-vector.com

ИНДЕКСАЦИЯ:

– SCOPUS

– Google Scholar

– Ulrich's Periodicals directory

– ядро РИНЦ

– Russian Science Citation Index

– Norwegian National Center for Research Data

– реферативный журнал и база данных ВИНТИ

– Global Health

– CAB Abstracts

– ProQuest

– InfoBase Index

– EBSCO Publishing (на платформе EBSCOhost)

– КиберЛенинка

Оригинал-макет подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».

Литературный редактор: Н.А. Лебедева

Корректор: Н.А. Лебедева

Вёрстка: О.В. Устинкова

Перевод: А.А. Богачев

Сдано в набор 25.10.2023.

Подписано в печать 03.11.2023.

Выход в свет 14.11.2023

Формат 60 × 88%. Печать офсетная.

Цена свободная

Печ. л. 10,5. Уч.-изд. л. 9,8. Усл. печ. л. 5,7.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ООО «Типография Экспресс В2В»

191180, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки,

д. 104, лит. А, пом. 3Н, оф. 1.

Тел.: +7 (812) 646 33 77

ПОДПИСКА:

https://hum-ecol.ru/1728-0869/about/subscriptions

OPEN ACCESS:

В электронном виде журнал распространяется бесплатно — в режиме немедленного открытого доступа.

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ:

Тел.: +7 (968) 545 78 20

E-mail: adv2@eco-vector.com

Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://hum-ecol.ru>

16+

Экология человека. 2023. Т. 30, № 6.

ISSN 1728-0869 (Print)
ISSN 2949-1444 (Online)

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Ежемесячный научный рецензируемый журнал

Том 30 • № 6 • 2023

Основным направлением деятельности журнала является публикация результатов научных исследований, посвящённых проблемам экологии человека и имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение.

Тематика и специализация журнала включает эколого-физиологические основы жизнедеятельности человека, экологию природных и социальных катастроф, воспроизводство населения и демографические процессы, а также вопросы общественного здоровья и социальной политики.

Журнал ориентирован на широкий круг научной общественности, практических врачей, экологов, биологов, социальных работников, работников сферы образования и др.

В журнале публикуются оригинальные статьи, обзоры и краткие сообщения по всем аспектам экологии человека и общественного здоровья.

Профили, по которым журнал включён в «Перечень ВАК»: 03.00.00. Биологические науки, 03.02.00. Общая биология, 03.03.00. Физиология, 14.00.00. Медицинские науки, 14.01.00. Клиническая медицина, 14.02.00. Профилактическая медицина, 05.00.00. Технические науки, 05.26.00. Безопасность деятельности человека.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор — **А. М. Гржибовский** (Архангельск)

Заместители главного редактора:

А. Б. Гудков (Архангельск), **И. Б. Ушаков** (Москва)

Научный редактор — **П. И. Сидоров** (Архангельск)

Международный редактор — **Й. О. Одланд** (Норвегия)

Ответственный секретарь — **В. А. Постоев** (Архангельск)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

И. Н. Болотов (Архангельск), Р. В. Бузинов (Архангельск), П. Вейхе (Фарерские острова), М. Гисслер (Финляндия/Швеция), Л. Н. Горбатова (Архангельск), А. В. Грибанов (Архангельск), Р. Джонсон (США), Н. В. Доршакова (Петрозаводск), П. С. Журавлев (Архангельск), Н. В. Зайцева (Пермь), А. Ингве (Швеция), Р. Каледене (Литва), В. А. Карпин (Сургут), П. Магнус (Норвегия), В. И. Макарова (Архангельск), А. Л. Максимов (Магадан), А. О. Марьяндышев (Архангельск), И. Г. Мосягин (Санкт-Петербург), Э. Нибоер (Канада), Г. Г. Онищенко (Москва), К. Пярна (Эстония), А. Раутио (Финляндия), Ю. А. Рахманин (Москва), Г. Роллин (ЮАР), М. Рудге (Бразилия), Й. Руис (Испания), А. Г. Соловьев (Архангельск), Г. А. Софронов (Санкт-Петербург), В. И. Торшин (Москва), Т. Н. Унгурияну (Архангельск), В. П. Чашин (Санкт-Петербург), В. А. Черешнев (Москва), З. Ши (Катар), К. Ю (Китай), К. Янг (Канада)


ЭКО • ВЕКТОР

FOUNDERS:

- Northern State Medical University;
- Eco-Vector

PUBLISHER:

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky pereulok,
191186 Saint Petersburg, Russia

E-mail: info@eco-vector.com

WEB: <https://eco-vector.com>

EDITORIAL OFFICE:

Address: 51 Troitsky Ave., Arkhangelsk 163000,
Russia

E-mail: he-office@eco-vector.com

Phone: +7 (818) 2206563

PUBLICATION ETHICS

Journal's ethic policies are based on:

- ICMJE
- COPE
- ORE
- CSE
- EASE

OPEN ACCESS:

Immediate Open Access is mandatory
for all published articles

INDEXATION:

- SCOPUS
- Google Scholar
- Ulrich's Periodicals directory
- Russian Science Citation Index
- Norwegian National Center for Research Data
- Global Health
- CAB Abstracts
- ProQuest
- InfoBase Index

TYPESET:

completed in Eco-Vector

Copyeditor: N.A. Lebedeva

Proofreader: N.A. Lebedeva

Layout editor: O.V. Ustinkova

Translator: A.A. Bogachev

SUBSCRIPTION:

[https://hum-ecol.ru/1728-0869/about/
subscriptions](https://hum-ecol.ru/1728-0869/about/subscriptions)

ADVERTISEMENT DEPARTMENT:

Phone: +7 (968) 545 78 20

E-mail: adv2@eco-vector.com

The editors are not responsible for the content of
advertising materials. The point of view of the authors
may not coincide with the opinion of the editors. Only
articles prepared in accordance with the guidelines
are accepted for publication. By sending the article to
the editor, the authors accept the terms of the public
offer agreement. The guidelines for authors and the
public offer agreement can be found on the website:
<https://hum-ecol.ru>.

EKOLOGIYA

C H E L O V E K A (H U M A N E C O L O G Y)

Monthly peer-reviewed journal

Volume 30 • Issue 6 • 2023

Human Ecology is a peer-reviewed Russian journal with the main focus
on research and practice in the fields of human ecology and public health.

The journal publishes original articles, review papers and materials
on research methodology.

The primary audience of the journal includes health professionals,
environmental specialists, biomedical researchers and post-graduate students.

Although we welcome papers from all over the world special attention
is given to manuscripts on Arctic health research.

The mission of the journal is to publish quality-assured research in all fields
related to human ecology and to integrate research and researchers from
Russian-speaking countries into the international scientific community.

EDITORIAL BOARD:

Editor-in-Chief: **A. M. Grjibovski** (Arkhangelsk)

Deputy Editors-in-Chief:

A. B. Gudkov (Arkhangelsk), **I. B. Ushakov** (Moscow)

Science Editor: **P. I. Sidorov** (Arkhangelsk)

International Editor: **J. Ø. Odland** (Norway)

Executive Secretary: **V. A. Postoev** (Arkhangelsk)

EDITORIAL COUNCIL:

- I. N. Bolotov (Arkhangelsk), R. V. Buzinov (Arkhangelsk), P. Weihe (Faroe Islands),
M. Gissler (Finland/Sweden), L. N. Gorbatova (Arkhangelsk),
A. V. Gribanov (Arkhangelsk), R. Johnson (USA), N. V. Dorshakova (Petrozavodsk),
P. S. Zhuravlev (Arkhangelsk), N. V. Zaitseva (Perm), A. Yngve (Sweden),
R. Kalediene (Lithuania), V. A. Karpin (Surgut), P. Magnus (Norway),
V. I. Makarova (Arkhangelsk), A. L. Maksimov (Magadan),
A. O. Maryandyshev (Arkhangelsk), I. G. Mosyagin (Saint Petersburg),
E. Nieboer (Canada), G. G. Onishchenko (Moscow), K. Pärna (Estonia),
A. Rautio (Finland), Ya. A. Rakhmanin (Moscow), H. Rollin (South Africa),
M. Rudge (Brazil), J. Ruiz (Spain), A. G. Soloviev (Arkhangelsk),
G. A. Sofronov (Saint Petersburg), V. I. Torshin (Moscow),
T. N. Unguryanu (Arkhangelsk), V. P. Chashchin (Saint Petersburg),
V. A. Chereshevnev (Moscow), Z. Shi (Qatar), C. Yu (China), K. Young (Canada)

СОДЕРЖАНИЕ

Систематические обзоры

А.М. Гржибовский, И.М. Кобелев, Н.Н. Кукалевская, Ю.А. Попова, А.В. Баранов

Температура окружающей среды и суицид: систематический обзор 399

Оригинальные исследования

Т.Н. Растокина, А.В. Кудрявцев, Т.Н. Унгурияну

Связь между температурой атмосферного воздуха и артериальным давлением
у взрослого населения в разные сезоны года 417

А.С. Воронцова, Н.А. Воробьева, А.И. Воробьева, Е.Ю. Мельничук

Аллельные варианты генов фолатного обмена у студентов, обучающихся
в арктическом регионе России 429

Г.С. Чемерской, С.В. Тюлюпо, Б.А. Дашиева

Влияние локации поселения и объёма школы на субъективное благополучие
и поведенческие установки подростков 439

А.Б. Мулик, Н.О. Назаров, И.В. Улесикова, В.В. Юсупов, Г.А. Срослова, А.Г. Соловьев, Ю.А. Шатыр

Элементный статус и психологическая предрасположенность
населения России к девиантному поведению 457

Е.В. Кривоногова, О.В. Кривоногова, Л.В. Поскотинова

Особенности параметров слухового вызванного потенциала Р300 и вегетативной
регуляции ритма сердца у молодых людей, проживающих в различных
климато-географических условиях России 469

CONTENTS

Systematic reviews

A.M. Grijbovski, I.M. Kobelev, N.N. Kukalevskaya, Yu.A. Popova, A.V. Baranov

Associations between ambient temperature and suicide: a systematic review 399

Original Study Articles

T.N. Rastokina, A.V. Kudryavtsev, T.N. Unguryanu

Association between atmospheric air temperature and blood pressure
among adult population in different seasons of year 417

A.S. Vorontsova, N.A. Vorobyeva, A.I. Vorobyeva, E.Yu. Melnichuk

Allelic variants of folate metabolism genes among students in Arctic Russia. 429

G.S. Chemerskoy, S.V. Tyulyupo, B.A. Dashieva

Settlement location and school size as determinants of subjective well-being and behavioral
attitudes among adolescents 439

A.B. Mulik, N.O. Nazarov, I.V. Ulesikova, V.V. Yusupov, G.A. Sroslova, A.G. Soloviev, Yu.A. Shatyr

Elemental status and psychological predisposition of the Russian population to deviant behavior 457

E.V. Krivonogova, O.V. Krivonogova, L.V. Poskotinova

Parameters of the P300 auditory evoked potential autonomic heart rate regulation
in adolescents residing in different climatic and geographical conditions of Russia. 469

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco569176>

Температура окружающей среды и суицид: систематический обзор

А.М. Гржибовский^{1,2,3}, И.М. Кобелев¹, Н.Н. Кукалевская¹, Ю.А. Попова¹, А.В. Баранов^{1,4}¹ Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Российская Федерация;² Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Российская Федерация;³ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Российская Федерация;⁴ Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. За прошедшие 150 лет в мире было опубликовано большое количество статей о связи между температурой окружающей среды и суицидом. Однако только в последние 30 лет эти исследования стали базироваться на ежедневных данных с достаточной валидностью, вызывая необходимость систематизации последних результатов.

Цель. Провести систематический отбор и качественный синтез научной информации, опубликованной с 1990 г., о влиянии температуры воздуха на риск суицида с акцентом на методологические аспекты анализа данных.

Материал и методы. Систематический обзор с использованием критериев PRISMA. Включены исследования, опубликованные на русском или английском языках в научных журналах с 1990 по апрель 2022 гг. Отбор статей производился в базах данных PubMed и eLIBRARY.

Результаты. Из 1932 идентифицированных статей в качественный синтез вошло 32 эмпирических исследования объёмом от 225 до 1 067 333 случаев из 26 стран. Анализировались не только среднее значение температуры за единицу времени, но и минимальные, максимальные значения, а также рассчитанные кажущиеся средние, минимальные и максимальные температуры. В части исследований вместо абсолютных значений температуры использовали разность температур между текущим периодом и предыдущим. По дизайну исследования были либо экологические, либо типа «случай-кроссовер» с использованием агрегированных данных. В качестве основного аналитического инструмента использовались различные обобщённые аддитивные модели, при исследованиях в нескольких точках — в комбинации с мета-регрессией. В большинстве работ основными мерами эффекта были относительные риски и процент увеличения числа суицидов при увеличении температуры на 1 °C. Практически во всех исследованиях выявлена значимая линейная положительная связь между температурой и числом суицидов, однако величина эффекта варьировала между странами. Эффект был более выражен в умеренных широтах, у мужчин, а также у лиц старше 65 лет.

Заключение. Большинство исследований свидетельствует о наличии связи между высокой температурой атмосферного воздуха и количеством самоубийств в разных широтах. Необходим мониторинг ситуации и изучение механизмов реализации эффекта высоких температур на риск суицида для минимизации последствий изменения климата для здоровья населения.

Ключевые слова: температура; суицид; население; окружающая среда; изменение климата.

Как цитировать:

Гржибовский А.М., Кобелев И.М., Кукалевская Н.Н., Попова Ю.А., Баранов А.В. Температура окружающей среды и суицид: систематический обзор // Экология человека. 2023. Т. 30. № 6. С. 399–415. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco569176>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco569176>

Associations between ambient temperature and suicide: a systematic review

Andrej M. Grijbovski^{1,2,3}, Ivan M. Kobelev¹, Natalya N. Kukalevskaya¹, Yulia A. Popova¹, Alexander V. Baranov^{1,4}

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation;

² Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation;

³ M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation;

⁴ Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Over the past 150 years, a large number of articles have been published around the world on the associations between ambient temperature and suicide. However, only in the last 30 years daily data with sufficient validity are in use, necessitating the systematization of the latest research evidence.

AIM: To conduct a systematic selection and qualitative synthesis of published information on the associations between ambient air temperature and suicide from 1990.

MATERIALS AND METHODS: A systematic review using PRISMA criteria. Studies published in peer-reviewed journals from January 1990 to April 2022 in PubMed and eLIBRARY in Russian or English, respectively, comprised the study base.

RESULTS: Of the 1932 identified articles, 32 empirical studies with the number of cases ranging from 225 to 1,067,333 from 26 countries were included in the qualitative synthesis. In addition to mean temperatures, the minimum and maximum temperatures, as well as the calculated apparent mean, minimum and maximum temperature were used. In some studies, the difference in temperature between the index and the previous day were used. By design, most studies had ecological or case-crossover design. Generalized Additive Models (GAM) were used as the main analytical tools, and in multicenter studies the results were obtained using meta-regression. The results were presented as relative risks or the percentage increase in the number of suicides with an increase in temperature by 1 °C. Virtually all studies reported a significant linear relationship between the temperature and suicide rates, but effect sizes varied between countries. The effect was more pronounced in temperate climate, in men and people over 65 years of age.

CONCLUSIONS: Most of the studied suggest a direct relationship between high air temperature and the number of suicides in different latitudes. It is necessary to monitor the situation and study the mechanisms behind the associations between high temperatures and the risk of suicide to minimize the consequences of climate change for public health.

Keywords: temperature; suicide; population; environment; climate change.

To cite this article:

Grijbovski AM, Kobelev IM, Kukalevskaya NN, Popova YuA, Baranov AV. Associations between ambient temperature and suicide: a systematic review. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(6):399–415. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco569176>

ОБОСНОВАНИЕ

В последние годы изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения наряду с такими традиционными факторами риска индустриальной эпохи, как загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды, курение, употребление алкоголя, сильнодействующих веществ и др. [1]. Одной из характеристик глобального изменения климата в настоящее время является увеличение температуры окружающего воздуха. Происходит как прямое тепловое воздействие посредством увеличения среднегодовой температуры, числа дней с аномально высокими или, наоборот, низкими температурами, числа наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредованное влиянием экологических или социально-экономических факторов, например, увеличение площади сельскохозяйственных земель, подвергающихся засухе, уменьшение природных запасов питьевой воды и др. [2]. Повышение температуры окружающей среды может негативно воздействовать на здоровье населения, вызывая у человека не только плохое самочувствие, болезненную метеочувствительность и высокий уровень психоэмоционального напряжения [3], но и приводить к повышенной смертности от болезней системы кровообращения [4–6], росту числа кишечных инфекций, векторных заболеваний [7], а также увеличивать риск суицидального поведения [8–10].

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), суицид представляет собой преднамеренные действия человека в отношении себя самого, приводящие к гибели. Суицидальное поведение — стремление человека покончить жизнь самоубийством [11]. По оценкам, ежегодно в мире насчитывается более 700 тысяч смертей от суицида; на долю самоубийств приходится половина всех насильственных смертей у мужчин и более двух третей у женщин [12]. Самоубийство было четвёртой по распространенности причиной смерти среди 15–19-летних в 2019 г. [12, 13]. Предполагается, что на каждый случай завершённого суицида может приходиться 20 попыток самоубийства [12]. Примечательно, что существуют выраженные региональные различия в инцидентности самоубийств, а также значимые половые различия [14]. В странах с низким и средним уровнем дохода совершается 77% мирового числа самоубийств. К числу наиболее распространённых методов самоубийства в мире относятся употребление пестицидов, повешение и суицид с применением огнестрельного оружия [12, 13].

Последние данные свидетельствуют о том, что температура окружающей среды может играть некоторую роль в патогенезе самоубийств [15–18]. Для объяснения полученных статистических связей были предложены такие потенциальные механизмы влияния температуры, как, например, изменения в серотонинергической системе [19]. Кроме того, высокая температура окружающей среды может способствовать ухудшению психического здоровья

у пациентов с психиатрическими диагнозами, что в итоге может привести к суицидальному поведению [20–22]. Тепловой фактор исследователи связывали с изменениями настроения, биполярными расстройствами, тревожностью, злоупотреблением алкоголем/наркотиками, деменцией, шизофренией, агрессивными мыслями и др. [14].

Анализ результатов исследований о влиянии температуры окружающей среды на уровень самоубийств во многих странах имеет важное значение для общественного здравоохранения, учитывая сценарий прогрессирующего потепления и повышенной variability погоды [23]. Изменение климата, сопровождающееся экстремальными температурами, наводнениями, засухой, торнадо, ураганами и лесными пожарами, может привести к увеличению вероятности возникновения психических расстройств у населения в целом. Зарубежные исследователи отмечают, что глобальное потепление вписывается в этот контекст с возможным негативным влиянием параметров окружающей среды на психическое здоровье и психические расстройства как через косвенные, так и через прямые факторы [24–26].

Высокая температура может вызвать острый сбой терморегуляции и, как следствие, гипертермию [27], а также усилить чувство враждебности и агрессивные мысли из-за дисбаланса серотонина и воспалительных изменений в головном мозге [26]. Высокая температура может быть связана с более высоким уровнем агрессии [28], что также может привести к суицидальному поведению [29]. Также риск суицидального поведения обуславливали активацией бурого жира при комбинации высокой температуры воздуха в дневное время после холодных ночей [19, 30].

В литературе опубликовано множество обзоров, посвящённых оценке влияния температуры окружающей среды на количество самоубийств. В недавнем мета-анализе [19] было показано, что повышение температуры на каждый 1 °C связано с увеличением числа самоубийств в среднем на 1%. В систематическом обзоре Cornelius с соавт. [31] 78,9% исследований, в которых оценивалась связь температуры и уровня суицидов, показали значимую прямо пропорциональную связь. В ещё одном мета-анализе [30] повышение температуры на 7 °C было связано с увеличением частоты самоубийств на 9%. В систематическом обзоре Thompson с соавт. [9] 15 исследований показали повышенный риск самоубийства при повышении температуры воздуха. Согласно данным Pervilhas с соавт. [17], в 49 исследованиях была обнаружена положительная корреляция между температурой и суицидальными наклонностями, однако в 10 исследованиях корреляционные связи были отрицательными. Наличие регулярно появляющихся систематических обзоров говорит об актуальности не только проблемы влияния высокой температуры на суицидальные настроения людей, но и о значимости проведения регулярного синтеза информации, а также мониторинга воздействия погодноклиматических факторов на данный исход.

В настоящее время используют различные методы оценки связи температурного фактора и исхода, а также разные статистические методы анализа данных, что усложняет количественный синтез информации. Исследования проводят по всему миру, в разных климатических зонах и условиях проживания людей, поэтому и сами данные, и результаты исследований отличаются выраженной гетерогенностью.

Цель работы. Провести систематический поиск и качественный синтез опубликованных результатов из научных рецензируемых источников о влиянии повышенной температуры окружающей среды на частоту самоубийств за период с 1990 г. с акцентом на методологические аспекты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Тип исследования — систематический обзор без мета-анализа. Поиск научных исследований проводился в соответствии с рекомендациями PRISMA (Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses) [32]. В систематический обзор были включены исследования, опубликованные в рецензируемых научных изданиях с января 1990 по апрель 2022 гг. Отбор статей производился по следующим критериям:

- оригинальные исследования;
- представлены данные о температуре окружающей среды в чётко определённый промежуток времени;
- изучалась верхняя часть температурного диапазона;
- представлены данные о количестве самоубийств среди населения на чётко обозначенной территории, без ограничения по полу, возрасту;
- единица времени — месяц, неделя, сутки.

Стратегия поиска на английском языке в базе данных PubMed: (suicide OR self-murder OR suicidality OR suicide attempt) AND (temperature OR apparent temperature OR high ambient temperature). Для поиска русскоязычных источников использовались следующие ключевые слова: температура; кажущаяся температура; температура окружающей среды; суицид; суицидальные настроения; самоубийство; климат.

В обзор включались только исследования, опубликованные в рецензируемых научных журналах. Исследования, которые были посвящены воздействию холодной температуры, влажности, загрязнению воздуха и прочим факторам окружающей среды, не относящимся к теме исследования, были исключены. Оценка приемлемости включения исследований в обзор и извлечение данных производились первым и вторым авторами.

В исследование не включались систематические обзоры других авторов, статьи, в которых сравнивалась связь самоубийств и высокой температуры с единицей времени «год», не было указано количество самоубийств за исследуемый промежуток времени, письма редакции, а также исследования без представленных результатов статистического анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общее количество статей, идентифицированных в базах данных PubMed и eLibrary, составило 1924. Блок-схема отбора статей представлена на рис. 1. Все дублирующие публикации, встречающиеся в обеих базах, были удалены. Затем проводился отбор статей по названию и аннотации, после чего их осталось 155, из которых 108 не соответствовали хотя бы одному из вышеперечисленных

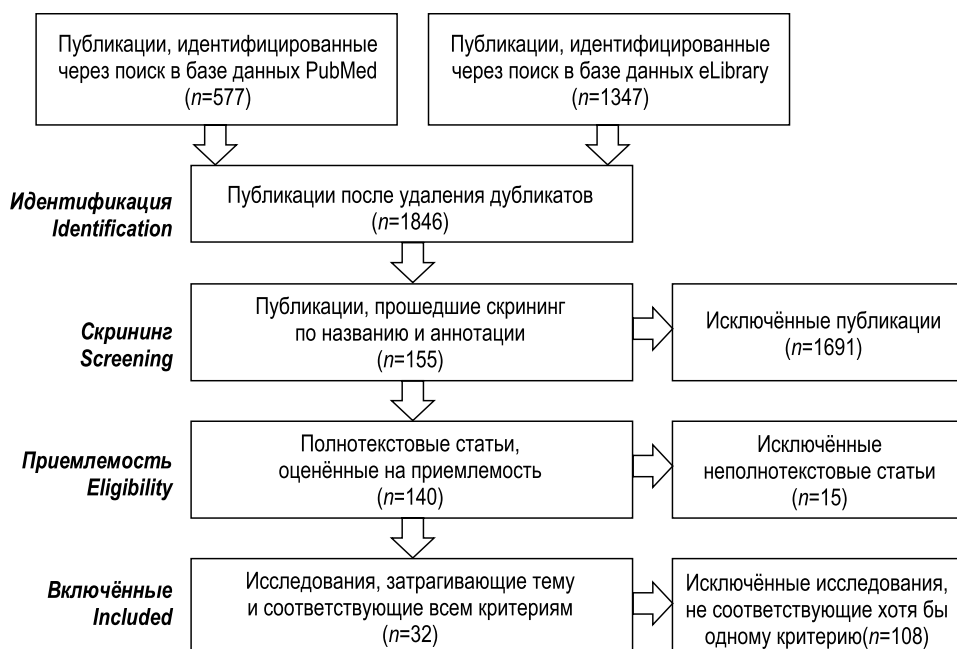


Рис. 1. Блок-схема PRISMA включения статей в исследование.

Fig. 1. PRISMA flowchart for article selection.

критериев отбора. Доступа к полнотекстовым версиям не было для 15 статей. В итоге для синтеза были отобраны 32 оригинальные научные статьи, опубликованные на английском и русском языках в рецензируемых изданиях за указанный период.

В результате поиска оригинальных исследований по влиянию повышенной температуры на уровень самоубийств в базах данных PubMed и eLibrary нами была включена в обзор информация из нескольких десятков стран с разными климатическими условиями. Больше всего исследований было проведено в Южной Корее ($n=3$), Японии ($n=6$), на Тайване ($n=5$) и в США ($n=3$).

Количество суицидов, вошедшее в исследования, варьировало от 225 до 1 067 333 случаев. В трёх работах использовались данные о суицидальных попытках. Практически во всех исследованиях применялся экологический дизайн, при котором используются агрегированные данные. В большинстве работ уровнем агрегирования служили сутки, но встречались работы с агрегированием по месяцам и по неделям. В единичных случаях встречались исследования на индивидуальном уровне. Также при использовании агрегированных данных за большие временные интервалы часто использовали дизайн «случай-кроссовер». В качестве основного факторного признака использовалось не только среднее значение температуры за единицу времени, но и минимальные, максимальные значения, а также рассчитанные кажущиеся средние, минимальные и максимальные температуры. В части исследований вместо абсолютных значений температур использовали разность температуры в текущем периоде с предыдущим. Показатели температуры сопоставляли с числом суицидов не только в тот же день (неделю, месяц), но и с лагами от 0 до 10 дней. В большинстве работ, где использовались лаги, их количество не превышало 2, то есть оценивали эффект температуры в тот же день, в предыдущий день и за два дня до оценки числа суицидов.

В качестве аналитических инструментов чаще всего использовались различные варианты обобщённых линейных моделей (GLM) и обобщённых аддитивных моделей (GAM). Поскольку число суицидов в единицу времени подчиняется распределению Пуассона, но имеет избыточную дисперсию, часто использовался квази-пуассоновский регрессионный анализ. Так как во многих исследованиях включали данные из нескольких городов, для расчёта усреднённого взвешенного эффекта использовали мета-регрессию случайных эффектов, что позволило совместно анализировать размеры эффектов с избыточной неоднородностью. В значительной части работ авторы исследовали криволинейные зависимости между температурой воздуха и числом суицидов в единицу времени. Для большинства стран отмечалась практически линейная зависимость, для некоторых были рассчитаны температуры с минимальным и максимальным риском совершения суицида, которые сильно варьировали между странами. Так,

например, температура с минимальным риском в Канаде была $-15,3^{\circ}\text{C}$, а во Вьетнаме — $+26,5^{\circ}\text{C}$. В некоторых работах использовали процентиля температур для сравнения результатов между странами, расположенными в разных климатических зонах.

В качестве меры величины и направления связи между температурой воздуха и количеством суицидов использовали коэффициенты регрессии, относительные риски, отношения шансов или процентное изменение числа самоубийств в единицу времени. Помимо точечных значений в большинстве работ представляли стандартные ошибки коэффициентов и доверительные интервалы, что значительно увеличивает ценность результатов, так как показывает уровень неточности полученных точечных значений.

Основные результаты индивидуальных исследований обобщены в табл. 1. Почти во всех эмпирических исследованиях были выявлены статистически значимые связи между повышением температуры атмосферного воздуха и инцидентности или абсолютного количества самоубийств среди населения. Только в четырёх странах — Испании, Колумбии, Вьетнаме и на Филиппинах — статистически значимых связей не было обнаружено. Ни в одной из публикаций не выявлено обратно пропорциональных зависимостей, что при наличии больших объёмов, позволяющих говорить о достаточной статистической мощности сплошного характера исследований, проведённых в странах с разными климатическими, социально-демографическими и экономическими условиями, может свидетельствовать о наличии достоверных прямо пропорциональных зависимостей между повышенной температурой и риском самоубийств. Практически во всех исследованиях, где проводился стратифицированный анализ по полу и возрасту, группа мужчин и группа пожилых людей (чаще всего 65+) были более уязвимы к повышению температуры.

ОБСУЖДЕНИЕ

Данная работа является первой в отечественной литературе попыткой провести систематический обзор мировых эмпирических исследований, направленных на изучение связи между температурой окружающего воздуха и числом суицидов с 1990 г. В процессе поиска были также обнаружены шесть систематических обзоров на английском языке и один на немецком, появившиеся в 2018–2022 гг. [10, 19, 30–31, 33–34]. Нельзя не заметить, что все обзоры были написаны в последние пять лет, и с каждым годом их число растёт. Мы предполагаем, что эта активность связана с накоплением всё большего количества результатов оригинальных исследований, повышением доступности статистических данных и расширившимися возможностями многомерного анализа с использованием библиотек алгоритмов в таких программных пакетах, как R, Stata и др. Результаты нашего

Таблица 1. Основные результаты эмпирических исследований по изучению связей между температурой окружающего воздуха и количеством суицидов**Table 1.** Summary of original studies on the associations between ambient air temperature and suicide

№	Город / страна City / country	Единица времени Time unit	Число суицидов Number of suicides	Аналитический подход Analytical approach	Величина эффекта Effect size	Примечания Notes
33	Астана (Казахстан)	сутки	685	Отрицательная биномиальная регрессия	Повышение кажущейся Т на 1 °С увеличивало число суицидов на 2,1%	Данные за 2005–2010 гг. Изучали 4 вида Т
34	Мадрид (Испания)	сутки	3,30 на 100 000	Квази-пуассоновская регрессия с лагами; DLNM	Не выявлено значимой связи после коррекции на поллютанты	Данные за 2002–2012 гг.
34	Лиссабон (Португалия)	сутки	7,92 на 100 000	Квази-пуассоновская регрессия; DLNM	В волну жары (7 дней с Т ≥38 °С) риск выше в 2,7 раза	Данные за 2002–2012 гг.
24	Генуя (Италия)	месяц	225	Корреляционный анализ	Корреляция 75% с лагом 1 месяц	Данные за 2016–2018 гг. Оценивалась кажущаяся Т
35	Одесса (Украина)	месяц	11 220	Корреляционный анализ	Коэффициент корреляции 0,81	Для разности температур с $r=0,96$ с лагом 1 месяц
36	6 районов на юго-востоке Венгрии	сутки	91 509	Анализ временных рядов	Снижение Т на ≥4 °С уменьшало число суицидов на 8% в следующие сутки	Данные за 1971–2013 гг. Изучали изменения Т
14	7 основных регионов в Швейцарии	сутки	24 067	Квази-пуассоновские модели; мета-регрессия	Повышение Т с 10 до 99 процентиля увеличивало риск на 34%. Лаг — 0–2 дня	Данные за 1995–2016 гг. Региональные риски варьировали от 24 до 55%
37	Миттельфранкен (Германия)	сутки	2987	Регрессия Пуассона	Повышение Т на 1 °С увеличивало число исходов на 0,9%	Данные за 1998–2005 гг. Нет разделения незавершенных и завершенных суицидов
38	Новая Зеландия	сутки	9984	Регрессия Пуассона	Повышение Т на 1 °С увеличивало число исходов на 1,8%	Данные за 1998–2007 гг. Изучали криволинейные зависимости
39	Токио (Япония)	месяц	6625	Корреляционный анализ	Коэффициенты от 0,13 до 1,49 в зависимости от способа суицида	Данные за 2008–2012 гг. Для мужчин связь сильнее
40	Сан-Паулу (Бразилия)	неделя	6600	GAM	Повышение T _{min} на 1 °С вело к росту суицидов на 2,3%	Данные за 1996–2011 гг. Лаги 0–3
41	Бразилия	сутки	8801		MinST=21,4 1 °С; MaxST=24,8 1 °С RR=1,15	Данные за 1997–2005 гг.
41	Канада	сутки	25 619		MinST=–15,3 °С; MaxST=24,2 °С RR= 1,46	Данные за 1986–1999 гг.

Продолжение таблицы 1

Continuation of the Table 1

№	Город / страна City / country	Единица времени Time unit	Число суицидов Number of suicides	Аналитический подход Analytical approach	Величина эффекта Effect size	Примечания Notes
41	Япония	сутки	976 346	Стратифицированный по времени случай-кроссовер.	MinST=0,4 °C; MaxST=25,5 °C RR=1,37	Данные за 1973–2012 гг.
41	Южная Корея	сутки	83 825	Регрессия Пуассона; многомерная мета-регрессия.	MinST=-5,2 °C; MaxST=25,0 °C RR=1,61	Данные за 1992–2013 гг.
41	Филиппины	сутки	1267	Учёт лагов и нелинейных зависимостей. Рассчитаны температуры с наименьшим (MinST) риском и наибольшим (MaxST) риском суицида и относительный риск (RR) между этими температурами	MinST=26,0 °C; MaxST=28,2 °C RR=1,14 (незначимый результат)	Данные за 2006–2010 гг.
41	Южная Африка	сутки	5128		MinST=7,6 °C; MaxST=26,4 °C RR=1,79	Данные за 2000–2013 гг.
41	Испания	сутки	21 998		MinST=3,7 °C; MaxST=27,8 °C RR=1,49	Данные за 1990–2013 гг.
41	Швейцария	сутки	16 022		MinST=-4,7 °C; MaxST=24,6 °C RR=1,47	Данные за 1995–2013 гг.
41	Тайвань	сутки	17 883		MinST=13,1 °C; MaxST=29,2 °C RR=1,65	Данные за 1994–2007 гг.
41	Великобритания	сутки	78 115		MinST=-0,7 °C; MaxST=20,7 °C RR=1,34	Данные за 1990–2011 гг.
41	США	сутки	84 684		MinST=-3,6 °C; MaxST=28,8 °C RR=1,31	Данные за 2001–2006 гг.
41	Вьетнам	сутки	460		MinST=26,5 °C; MaxST=30,0 °C RR=1,73 (незначимый результат)	Данные за 2010–2013 гг.
42	США	месяц	851 088	7 линейных регрессионных модели с лагами	Повышение T на 1 °C увеличивало число суицидов на 0,7%	Данные за 36-летний период
42	Мексика	месяц	611 366		Повышение T на 1 °C увеличивало число суицидов на 2,1%	Данные за 20-летний период
16	Стамбул (Турция)	сутки	2131	Корреляционный анализ с коррекцией на сезонность. Линейная регрессия	Повышение T на 10 °C увеличивало количество суицидов на 0,8 среди женщин	Изучались только попытки самоубийства в возрасте от 15 до 25 лет по данным больниц

Продолжение таблицы 1

Continuation of the Table 1

№	Город / страна City / country	Единица времени Time unit	Число суицидов Number of suicides	Аналитический подход Analytical approach	Величина эффекта Effect size	Примечания Notes
43	Беэр-Шева (Израиль)	сутки	3 100	Стратифицированный случай-кросс-сер и анализ временных рядов	Повышение T на 5 °C связано с увеличением числа суицидальных попыток на 10% в течение 2 дней	Изучались попытки самоубийства в возрасте от 16 до 90 лет
8	31 город в Китае	сутки	39 347	DLNM; многомерная мета-регрессия	Повышение T выше оптимальной увеличивало риск суицида на 37%	Данные за 2008–2013 гг. Мужчины более уязвимы к воздействию T
44	Тайвань	сутки	17 879	2 этапа: случай-кросс-сер и мета-анализ со случайными эффектами	Повышение T на 2,3 °C увеличивало число самоубийств на 7,8%	Данные за 1994–2007 гг. Мужчины более уязвимы к воздействию T
44	Южная Корея	сутки	66 024		Повышение T на 4,7 °C увеличивало число самоубийств на 6,8%	Данные за 1992–2010 гг. Мужчины более уязвимы к воздействию T
44	Япония	сутки	126 705		Повышение T на 4,2 °C увеличивало число самоубийств на 4,5%	Данные за 1972–2010 гг. Мужчины более уязвимы к воздействию T
45	Анкара (Турция)	сутки	6777	Обобщенные регрессионные модели Пуассона; GAM	Повышение T _{min} на 1 °C увеличивало число самоубийств на 0,01	Данные за период с 1.01.2017 по 30.06.2019
46	47 префектур в Японии	сутки	1 067 333	Условная регрессия Пуассона и многомерная мета-регрессия	Число суицидов линейно растет до T=24,4 °C. На пике риск на 26% выше, чем при T=2,9 °C	Данные за 1972–2015 гг. Женщины, пожилые и жители села более уязвимы
18	Гонконг (Китай)	месяц	7944	ARIMA; модели передаточной функции	Количество суицидов повышалось после T=30,3 °C	Данные за 1976–2014 гг. Возраст 65+
47	5 городов в Калифорнии (США)	месяц	38 000	GAM; отрицательные биномиальные модели; регрессия Пуассона	Повышение T на 1 °C увеличивало число самоубийств на 0,82%	Данные за 1999–2019 гг.
48	Англия и Уэльс	сутки	53 623	Обобщенные модели Пуассона; ABR; моделирование нелинейных связей	Повышение T на 1 °C выше 18 °C увеличивало число самоубийств на 3,8%	Данные за 1993–2003 гг. Оценивали также эффект волн жары
49	4 города и 10 округов в Германии	сутки	10 595	Случай-кросс-сер; условная логистическая регрессия; мета-регрессия	Повышение T на 5 °C в год увеличивало число самоубийств на 5,7%	Данные за 1990–2006 гг. Лаг — 1 день

Окончание таблицы 1

End of the Table 1

№	Город / страна City / country	Единица времени Time unit	Число суицидов Number of suicides	Аналитический подход Analytical approach	Величина эффекта Effect size	Примечания Notes
50	Южная Корея	сутки	49 451	Многомерная GAM	Повышение Т на 1 °С в год увеличивало число самоубийств на 1,4%	Данные за 2001–2005 гг.
51	Табаско (Мексика)	сутки	1357	Интеллектуальный анализ данных (Data mining)	Т выше 30 °С была связана с повышенным риском самоубийств	Данные за 2005–2012 гг.
52	Тайвань	сутки	18 130	ARIMA; SARIMA	Положительная связь между Т и числом самоубийств	Данные за 1997–2003 гг.
53	5 городов в Колумбии	сутки	Нет данных	Условные модели Пуассона	Значимых связей между Т и числом суицидов не было	Данные за 2005–2015 гг.
54	Япония	сутки	501 950	Регрессия Пуассона; линейная регрессия; многомерная GAM	Повышение Т значимо связано с суицидами в 5 префектурах	Данные за 1972–1995 гг. в 47 префектурах Японии
55	Тайвань	месяц	18 083	Кросс-корреляционный анализ; ARIMA	Корреляционная связь на уровне ($r=0,376$)	Данные за 1997–2003 гг.
56	Австралия	месяц	45 293	Байесовская авторегрессионная модель (CAR)	Повышение Т на 1 °С в год увеличивало число самоубийств на 2,27%	Данные за 1986–2005 гг.
57	Тайвань	месяц	55 362	ARIMA; SARIMA	Повышение Т на 1 °С увеличивало число суицидов на 1,84%	Данные за 1991–2010 гг.
58	Япония	сутки	933 126	Случай-кросс-вер; многомерная мета-регрессия	Повышение Т на 1 °С увеличивало риск исходов в 1,35 раза	Данные за 1979–2015 гг. Проанализированы лаги
59	Тироль (Австрия)	сутки	702	Логистическая регрессия	Повышение Т на 1 °С увеличивало число исходов на 1,1%	Данные за 1995–2000 гг. Эффект без лага

Примечание: Т — температура атмосферного воздуха; T_{min} — минимальная температура воздуха; DLNM — нелинейная модель с распределенными лагами; ARIMA — Модель авторегрессионной интегрированной скользящей средней; SARIMA — Модель сезонной авторегрессионной интегрированной скользящей средней; GAM — обобщенные аддитивные модели; ABP — анализ временных рядов.

Note: T — Ambient air temperature; T_{min} — Minimal temperature; DLNM — Distributed Lag Non-linear Model; ARIMA — Autoregressive Integrated Moving Average; SARIMA — Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average; GAM — Generalized Additive Models; ABP — Time series analysis.

систематического обзора согласуются с результатами анализа других авторов. В подавляющем большинстве исследований выявлена статистически значимая связь повышенной температуры окружающей среды с числом суицидов. Систематических обзоров или эмпирических

исследований по российским данным, которые бы отвечали критериям отбора для данной работы, обнаружено не было.

Несмотря на все достоинства методологии систематических обзоров, согласно рекомендациям PRISMA [32],

необходимо признать и ограничения нашего исследования. Включение статей только на английском и на русском языках может означать, что некоторые релевантные исследования на менее распространённых в науке языках остались без внимания. Однако, поскольку английский язык в настоящее время является *lingua franca* науки, вероятность того, что были пропущены действительно крупные и важные исследования, крайне мала. Использование ограниченного набора ключевых слов в нашей стратегии поиска могло привести к тому, что некоторые исследования были упущены из виду, но вместе с тем использование чётких критериев поиска позволило включить максимальное число релевантных и минимизировать количество нерелевантных публикаций. Цель систематического обзора заключалась в изучении взаимосвязи между высокими температурами и самоубийствами. Другие метеорологические воздействия, включая влажность, солнечную радиацию и осадки, которые также могут влиять на психическое здоровье и способствовать суицидальному поведению, не учитывались. Мы признаём, что включали в обзор исследования за определённый промежуток времени (последние 32 года), а не за всю историю существования проблемы. Тем не менее, этот выбор был сделан из-за соображений валидности более ранних публикаций. Кроме того, многие работы, опубликованные в выбранный нами период, использовали и более ранние сведения, например, в [35] использовались данные с 1971 г. Мы намеренно не проводили анализ научного качества работы, так как ставили целью познакомить читателя с результатами максимального числа исследований. Тем не менее, практически все работы, вошедшие в обзор, имеют высокое качество с точки зрения научной методологии и биостатистики. В обзоре мы не учитывали такой фактор, как возраст самоубийцы, а также не изучали сезонность как таковую, хотя известно, что частота суицидов у разных поколений меняется в течение календарного года (например, молодые люди чаще совершают самоубийства в весеннее время), поскольку это выходило за рамки поставленной научной задачи.

В целом, рассмотренные нами исследования указывают на существование связи между более высокими температурами и самоубийствами во многих странах мира. Несмотря на то, что знания о факторах риска изучаемого исхода всё ещё ограничены, природная среда может играть существенную и до конца не понятую роль в суицидальном поведении. Следует заметить, что в исследованиях изучается влияние температуры атмосферного воздуха на человека, в то время как в современном мире человек проводит большую часть времени в помещении, и на него воздействует и внутридомовая температура, эффект которой практически не изучен и нуждается в отдельном обзоре существующей научной информации.

На сегодняшний день предложено немало потенциальных патогенетических механизмов, объясняющих

связь температуры окружающей среды и суицидального поведения. Некоторые учёные предполагают, что изменение уровня тестостерона может опосредовать влияние температуры окружающей среды на суицидальное поведение [33]. Несколько исследований на животных и людях, проведённых за последние десятилетия, показали, что повышение температуры окружающей среды снижает секрецию тестостерона [36–39]. При этом ряд исследований подтвердил связь низкого уровня тестостерона у людей, склонных к самоубийству [40–43]. Гипотеза о том, что тестостерон участвует в воздействии температуры окружающей среды на суицидальность, находит поддержку в положительной связи между высокой температурой окружающей среды и попытками самоубийства среди мужчин, но не среди женщин [16], а также в более выраженных связях между температурой и числом суицидов у мужчин, по сравнению с женщинами, если связь обнаруживается для обоих полов. Уровень тестостерона у мужчин намного выше, чем у женщин, следовательно, тестостерон может играть большую роль в изучении влияния температуры окружающей среды на суицидальное поведение. Кроме того, есть данные о том, что гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система тоже может быть связана с температурой окружающей среды, тестостероном и суицидом, поскольку глюкокортикоиды регулируют гипоталамо-гипофизарно-гонадную ось на всех уровнях [33], ингибируют высвобождение гонадотропин-рилизинг-гормона из гипоталамуса, синтез и высвобождение гонадотропина в гипофизе и синтез и высвобождение тестостерона. Исследования показывают, что уровни глюкокортикоидов повышаются при повышении температуры окружающей среды [44–46], следовательно, уровень тестостерона снижается. Таким образом, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система может быть посредником влияния температуры окружающей среды на уровень тестостерона.

Гао и др. [19] предполагают, что влияние повышенной температуры окружающей среды на суициды может быть связано с повышенным тепловым стрессом в жаркие дни после холодных ночей весной, что может чрезмерно активировать бурый жир и ухудшать устойчивость к жаре. Предполагается, что это изменяет нейронную активность в областях мозга, получающих проекции бурой жировой ткани, усугубляет психические расстройства и, как следствие, увеличивает риск суицида. Другим объяснением может быть то, что зимой серотониновые и 5-HT_{2A}-рецепторы проявляют относительно меньшую активность. При повышении температуры 5-HT_{2A}-рецепторы в мозге человека быстро реагируют на изменяющиеся условия окружающей среды. Как известно, на эмоции человека влияет активность рецептора серотонина 5-HT_{2A}, высокий уровень серотонина вызывает импульсивное и агрессивное состояние, которое может привести к суицидальному поведению, но несмотря на множество исследований, роль 5-HT_{2A}

в суицидальном поведении до сих пор не ясна. Кроме того, авторы представляют данные о том, что общепринятым механизмом является сезонное аффективное расстройство — одно из психических расстройств, подверженных влиянию метеофакторов, на которое можно было бы возложить ответственность за большинство смертей в результате самоубийства [19].

По данным некоторых исследователей [14], у большинства самоубийц до их смерти были диагностированы психические расстройства, связанные с серьёзными депрессивными эпизодами или шизофренией, а также расстройствами пищевого поведения и расстройствами личности. Множество других взаимодействующих факторов, таких как расстройства, связанные с употреблением алкоголя и наркотиков, а также наличие более чем одного психического расстройства в анамнезе, могут играть существенную роль в суицидальном поведении.

По заявлениям ВОЗ, самоубийство является предотвратимой причиной смерти [12]. Для предотвращения самоубийств и попыток самоубийства может применяться целый ряд мер на уровне всего населения, различных групп населения и отдельных людей. В рамках концепции ВОЗ по профилактике самоубийств LIVE LIFE рекомендуются следующие эффективные и основанные на фактических данных меры:

- ограничение доступа к средствам самоубийства (например, пестицидам, огнестрельному оружию, некоторым лекарствам);
- взаимодействие со средствами массовой информации для обеспечения ответственного освещения самоубийств;
- развитие социальных и эмоциональных жизненных навыков у подростков;
- раннее выявление, обследование, ведение и последующее сопровождение всех лиц, страдающих суицидальными формами поведения.

Усилия по профилактике самоубийств должны осуществляться при координации и сотрудничестве между различными секторами общества, включая секторы здравоохранения, образования, трудовой сферы, сельского хозяйства, предпринимательства, правосудия, законодательства, обороны, политики и средств массовой информации. Эти усилия должны иметь всеохватный и комплексный характер, поскольку ни один подход не может изолированно оказать воздействия на такую сложную проблему. Кроме того, должны выполняться следующие базовые задачи: анализ ситуации, межведомственное сотрудничество, повышение осведомлённости, укрепление потенциала, выделение финансирования на решение проблемы, своевременная регистрация, а также мониторинг и регулярная оценка [12]. Мониторинг уязвимости населения и воздействия погодноклиматических факторов на здоровье в эпоху быстрого изменения климата необходим для понимания механизмов и минимизации последствий, особенно в тех

регионах страны, где это изменение идет быстрее всего, как, например, в Арктике.

ВОЗ считает предотвращение самоубийств приоритетом общественного здравоохранения и рекомендует признать влияние высоких температур и других природноклиматических факторов, а также обновить стратегии профилактики самоубийств [12]. Исследование воздействия температур на психическое здоровье должно быть включено в планы реагирования системы здравоохранения на высокие температуры. По мере накопления дополнительных данных, температурные пороги для смертности в результате психических заболеваний, а также суицида, необходимо отнести к пороговым значениям для действий системы предупреждения о жаркой погоде.

Помимо температуры целесообразно включать в расчёты и производные — кажущуюся температуру, её минимальные и максимальные значения. Кроме того, представляет интерес изучение влияния на число суицидов межсуточных и внутрисуточных интервалов температур, а также универсального термального индекса. Поскольку для различных территорий эти пороги сильно различались между странами и городами [47], необходимо проведение расчётов для административных центров субъектов федерации и крупных городов России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В подавляющем большинстве исследований, опубликованных в 1990–2022 гг. в изданиях, индексированных в PubMed и eLIBRARY, в которых изучалась связь между температурой окружающей среды и суицидом, выявлены значимые положительные связи, сила которых варьировала в зависимости от страны и метода анализа. Экологический дизайн, однако, не позволяет делать вывод о причинно-следственном характере выявленных статистических ассоциаций. Помимо оценки эффекта в данном обзоре мы кратко представили аналитические подходы к исследованию проблемы, что поможет исследователям изучать связь между температурой и риском суицида с использованием представленных аналитических подходов, а благодаря сопоставимости методологии обеспечить включение отечественных исследований в будущие всемирные систематические обзоры.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы участвовали в разработке концепции статьи, сборе материала, подготовке первого варианта рукописи, внесении изменений во все последующие варианты рукописи, а также утвердили окончательный вариант текста.

Источник финансирования. Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда № 22-15-20059.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. All authors participated in the development of the concept of the article, data collection, drafting the manuscript,

making amendments to all subsequent versions of the manuscript. All authors approved the final version of the text.

Funding source. This study was supported by the Russian Science Foundation (Project № 22-15-20059).

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ezzati M., Lopez A.D., Rodgers A.A., et al. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva: World Health Organization, 2004.
2. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3. С. 140–150. doi: 10.1134/S1075700708030106
3. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Психозомоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России // Экология человека. 2012. Т. 19, № 8. С. 3–7. doi: 10.17816/humeco17448
4. Hu J., Hou Z., Xu Y., et al. Life loss of cardiovascular diseases per death attributable to ambient temperature: A national time series analysis based on 364 locations in China // The Science of the Total Environment. 2021. N 756. P. 142614. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142614
5. Iranpour S., Khodakarim S., Shahsavani A., et al. Modification of the effect of ambient air temperature on cardiovascular and respiratory mortality by air pollution in Ahvaz, Iran // Epidemiol Health. 2020. N 42. P. e2020053. doi: 10.4178/epih.e2020053
6. Li J., Xu X., Yang J., et al. Ambient high temperature and mortality in Jinan, China: A study of heat thresholds and vulnerable populations // Environment Research Journal. 2017. N 156. P. 657–664. doi: 10.1016/j.envres.2017.04.020
7. Погонишева И.А., Кузнецова В.П., Погонишев Д.А. Влияние современных климатических изменений на здоровье населения: европейские исследования // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы. 2021. С. 33–38. doi: 10.36906/KSP-2020/06
8. Basu R., Gavin L., Pearson D., et al. Examining the Association Between Apparent Temperature and Mental Health-Related Emergency Room Visits in California // American Journal of Epidemiology. 2018. Vol. 187, N 4. P. 726–735. doi: 10.1093/aje/kwx295
9. Luan G., Yin P., Wang L., et al. Associations between ambient high temperatures and suicide mortality: a multi-city time-series study in China // Environmental Science and Pollution Research International. 2019. Vol. 26, N 20. P. 20377–20385. doi: 10.1007/s11356-019-05252-5
10. Thompson R., Hornigold R., Page L., et al. Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review // Public Health. 2018. N 161. P. 171–191. doi: 10.1016/j.puhe.2018.06.008
11. Банников Г.С., Вихристук О.В., Миллер Л.В., и др. Памятка психологам образовательных учреждений по выявлению и предупреждению суицидального поведения среди несовершеннолетних. 2012. 17 с.
12. who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/suicide [интернет]. Самоубийство. 17.06.2021 [дата обращения: 17.04.2022]. Доступ по ссылке: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/suicide>
13. Всемирная организация здравоохранения. Самоубийства во всем мире в 2019 году: оценки глобального здравоохранения. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2021. 35 с.
14. Bär S., Bundo M., de Schrijver E., et al. Suicides and ambient temperature in Switzerland: A nationwide time-series analysis // Swiss Medical Weekly. 2022. N 152. P. w30115. doi: 10.4414/smw.2022.w30115
15. Dumenčić B., Rajc J., Marjanović K., et al. Impact of Meteorological Factors on Suicide Attempts and Completed Suicides in Croatia, Osijek-Baranja County // Psychiatria Danubina. 2019. Vol. 31, N 4. P. 405–412. doi: 10.24869/psyd.2019.405
16. Akkaya-Kalayci T., Vyssoki B., Winkler D., et al. The effect of seasonal changes and climatic factors on suicide attempts of young people // BMC Psychiatry. 2017. Vol. 17, N 1. P. 365. doi: 10.1186/s12888-017-1532-7
17. Pervilhac C., Schoilew K., Znoj H., et al. Wetter und Suizid: Assoziation zwischen meteorologischen Variablen und suizidalem Verhalten – eine qualitative systematische Übersichtsarbeit [Weather and suicide: Association between meteorological variables and suicidal behavior-a systematic qualitative review article] // Der Nervenarzt. 2020. Vol. 91, N 3. P. 227–232. doi: 10.1007/s00115-019-00795-x
18. Chau P.H., Yip P.S.F., Lau H.Y.E., et al. Hot Weather and Suicide Deaths among Older Adults in Hong Kong, 1976–2014: A Retrospective Study // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17, N 10. P. 3449. doi: 10.3390/ijerph17103449
19. Gao J., Cheng Q., Duan J., et al. Ambient temperature, sunlight duration, and suicide: A systematic review and meta-analysis // The Science of the Total Environment. 2019. N 646. P. 1021–1029. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.098
20. Yoo E.H., Eum Y., Roberts J.E., et al. Association between extreme temperatures and emergency room visits related to mental disorders: A multi-region time-series study in New York, USA // The Science of the Total Environment. 2021. N 792. P. 148246. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148246
21. Chan E.Y.Y., Lam H.C.Y., So S.H.W., et al. Association between Ambient Temperatures and Mental Disorder Hospitalizations in a Subtropical City: A Time-Series Study of Hong Kong Special Administrative Region // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018. Vol. 15, N 4. P. 754. doi: 10.3390/ijerph15040754
22. García F.M., Boada S.S., Collsamata A.X., et al. Factores meteorológicos y urgencias psiquiátricas [Meteorological factors and psychiatric emergencies] // Actas Españolas de Psiquiatria. 2009. Vol. 37, N 1. P. 34–41.
23. Жумамбаева С.М., Моренко М.А., Розенсон Р.И., и др. Изменение климата. Глобальное потепление. Основные тренды и

- пути решения // Валеология: Здоровье, Болезнь, Выздоровление. 2020. № 2. С. 407–411.
24. Aguglia A., Giacomini G., Montagna E., et al. Meteorological Variables and Suicidal Behavior: Air Pollution and Apparent Temperature Are Associated With High-Lethality Suicide Attempts and Male Gender // *Frontiers in Psychiatry*. 2021. N 12. P. 653390. doi: 10.3389/fpsyt.2021.653390
25. Padhy S.K., Sarkar S., Panigrahi M., et al. Mental health effects of climate change // *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2015. Vol. 19, N 1. P. 3–7. doi: 10.4103/0019-5278.156997
26. Cianconi P., Betrò S., Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review // *Frontiers in Psychiatry*. 2020. N 11. P. 74. doi: 10.3389/fpsyt.2020.00074
27. Li Y., Cheng Y., Cui G., et al. Association between high temperature and mortality in metropolitan areas of four cities in various climatic zones in China: a time-series study // *Environmental Health*. 2014. N 13. P. 65. doi: 10.1186/1476-069X-13-65
28. Bushman B.J., Wang M.C., Anderson C.A. Is the curve relating temperature to aggression linear or curvilinear? Assaults and temperature in Minneapolis reexamined // *Journal of Personality and Social Psychology*. 2005. Vol. 89, N 1. P. 62–66. doi: 10.1037/0022-3514.89.1.62
29. Hill S.Y., Jones B.L., Haas G.L. Suicidal ideation and aggression in childhood, genetic variation and young adult depression // *Journal of Affective Disorders*. 2020. N 276. P. 954–962. doi: 10.1016/j.jad.2020.07.049
30. Heo S., Lee W., Bell M.L. Suicide and Associations with Air Pollution and Ambient Temperature: A Systematic Review and Meta-Analysis // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18, N 14. P. 7699. doi: 10.3390/ijerph18147699
31. Cornelius S.L., Berry T., Goodrich A.J., et al. The Effect of Meteorological, Pollution, and Geographic Exposures on Death by Suicide: A Scoping Review // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18, N 15. P. 7809. doi: 10.3390/ijerph18157809
32. Починкова П.А., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., и др. Обновленные краткие рекомендации по подготовке и представлению систематических обзоров: что нового в PRISMA-2020? // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 2. С. 88–101. doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-88-101
33. Sher L. Ambient temperature, testosterone, and suicide // *Brazilian Journal of Psychiatry*. 2022. Vol. 44, N 1. P. 1–3. doi: 10.1590/1516-4446-2021-1887
34. Massazza A., Ardino V., Fioravanzo R.E. Climate change, trauma and mental health in Italy: a scoping review // *European Journal of Psychotraumatology*. 2022. Vol. 13, N 1. P. 1–16. doi: 10.1080/20008198.2022.2046374
35. Bozsonyi K., Lester D., Fulop A., et al. The effects of sunshine duration and ambient temperature on suicides in Hungary // *Neuropsychopharmacologia Hungarica*. 2020. Vol. 22, N 1. P. 23–28.
36. Gomes W.R., Butler W.R., Johnson A.D. Effect of elevated ambient temperature on testis and blood levels and in vitro biosynthesis of testosterone in the ram // *Journal of Animal Sciences*. 1971. Vol. 33, N 4. P. 804–807. doi: 10.2527/jas1971.334804x
37. Dabbs J.M. Jr. Age and seasonal variation in serum testosterone concentration among men // *Chronobiology International*. 1990. Vol. 7, N 3. P. 245–249. doi: 10.3109/07420529009056982
38. Svartberg J., Midtby M., Bønnaa K.H., et al. The associations of age, lifestyle factors and chronic disease with testosterone in men: the Tromsø Study // *European Journal of Endocrinology*. 2003. Vol. 149, N 2. P. 145–152. doi: 10.1530/eje.0.1490145
39. Gesquiere L.R., Onyango P.O., Alberts S.C., et al. Endocrinology of year-round reproduction in a highly seasonal habitat: environmental variability in testosterone and glucocorticoids in baboon males // *American Journal of Physical Anthropology*. 2011. Vol. 144, N 2. P. 169–176. doi: 10.1002/ajpa.21374
40. Tripodianakis J., Markianos M., Rouvali O., et al. Gonadal axis hormones in psychiatric male patients after a suicide attempt // *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. 2007. Vol. 257, N 3. P. 135–139. doi: 10.1007/s00406-006-0686-y
41. Markianos M., Tripodianakis J., Istikoglou C., et al. Suicide attempt by jumping: a study of gonadal axis hormones in male suicide attempters versus men who fell by accident // *Psychiatry Research*. 2009. Vol. 170, N 1. P. 82–85. doi: 10.1016/j.psychres.2008.08.001
42. Kiraly D.D., Sher L. Low testosterone in a young combat veteran with dual diagnosis and suicidal behavior: a case study // *International Journal of Adolescent Medicine and Health*. 2015. Vol. 27, N 2. P. 235–237. doi: 10.1515/ijamh-2015-5018
43. Sher L., Bierer L.M., Makotkine I., et al. The effect of oral dexamethasone administration on testosterone levels in combat veterans with or without a history of suicide attempt // *Journal of Psychiatric Research*. 2021. N 143. P. 499–503. doi: 10.1016/j.jpsychires.2020.11.034
44. Collins K.J., Few J.D., Forward T.J., et al. Stimulation of adrenal glucocorticoid secretion in man by raising the body temperature // *Journal of Physiology*. 1969. Vol. 202, N 3. P. 645–660. doi: 10.1113/jphysiol.1969.sp008832
45. Kanikowska D., Roszak M., Rutkowski R., et al. Seasonal differences in rhythmicity of salivary cortisol in healthy adults // *Journal of Applied Physiology*. 2019. Vol. 126, N 3. P. 764–770. doi: 10.1152/jappphysiol.00972.2018
46. Kanikowska D., Sugenoja J., Sato M., et al. Seasonal variation in blood concentrations of interleukin-6, adrenocorticotrophic hormone, metabolites of catecholamine and cortisol in healthy volunteers // *International Journal of Biometeorology*. 2009. Vol. 53, N 6. P. 479–485. doi: 10.1007/s00484-009-0236-1
47. Kim Y., Kim H., Gasparrini A., et al. Suicide and Ambient Temperature: A Multi-Country Multi-City Study // *Environmental Health Perspectives*. 2019. Vol. 127, N 11. P. 117007. doi: 10.1289/EHP4898
48. Grjibovski A.M., Kozhakhmetova G., Kosbayeva A., et al. Associations between air temperature and daily suicide counts in Astana, Kazakhstan // *Medicina (Kaunas)*. 2013. Vol. 49, N 8. P. 379–385.
49. Santurtún A., Almendra R., Silva G.L., et al. Suicide and apparent temperature in the two capitals cities in the Iberian peninsula // *Social Science and Medicine*. 2020. N 265. P. 113411. doi: 10.1016/j.socscimed.2020.113411
50. Розанов В.А., Григорьев П.Е., Захаров С.Е., и др. Анализ сезонности завершённых суицидов с учётом таких

- факторов внешней среды как температура и длина светового дня // Суицидология. 2018. Т. 9, № 3. С. 71–78. doi: 10.32878/suiciderus.18-09-03(32)-71-79
51. Müller H., Biermann T., Renk S., et al. Higher environmental temperature and global radiation are correlated with increasing suicidality – a localized data analysis // *Chronobiology International*. 2011. Vol. 28, N 10. P. 949–957. doi: 10.3109/07420528.2011.618418
 52. Williams M.N., Hill S.R., Spicer J. Will climate change increase or decrease suicide rates? The differing effects of geographical, seasonal, and irregular variation in temperature on suicide incidence // *Climatic Change*. 2015. N 130. P. 519–528. doi: 10.1007/s10584-015-1371-9
 53. Kurokouchi M., Miyatake N., Kinoshita H., et al. Correlation between suicide and meteorological parameters // *Medicina (Kaunas)*. 2015. Vol. 51, N 6. P. 363–367. doi: 10.1016/j.medici.2015.11.006
 54. Bando D.H., Teng C.T., Volpe F.M., et al. Suicide and meteorological factors in São Paulo, Brazil, 1996–2011: a time series analysis // *Brazilian Journal of Psychiatry*. 2017. Vol. 39, N 3. P. 220–227. doi: 10.1590/1516-4446-2016-2057
 55. Burke M., González F., Baylis P., et al. Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico // *Nature Climate Change*. 2018. Vol. 8, N 8. P. 723–729. doi: 10.1038/s41558-018-0222-x
 56. Yarza S., Vodonos A., Hassan L., et al. Suicide behavior and meteorological characteristics in hot and arid climate // *Environmental Research*. 2020. N 184. P. 109314. doi: 10.1016/j.envres.2020.109314
 57. Kim Y., Kim H., Honda Y., et al. Suicide and Ambient Temperature in East Asian Countries: A Time-Stratified Case-Crossover Analysis // *Environmental Health Perspectives*. 2016. Vol. 124, N 1. P. 75–80. doi: 10.1289/ehp.1409392
 58. Kayipmaz S., San I., Usul E., et al. The effect of meteorological variables on suicide // *International Journal of Biometeorology*. 2020. Vol. 64, N 9. P. 1593–1598. doi: 10.1007/s00484-020-01940-x
 59. Sim K., Kim Y., Hashizume M., et al. Nonlinear temperature-suicide association in Japan from 1972 to 2015: Its heterogeneity and the role of climate, demographic, and socioeconomic factors // *International Journal of Environmental*. 2020. N 142. P. 105829. doi: 10.1016/j.envint.2020.105829
 60. Cheng S., Plouffe R., Nanos S.M., et al. The effect of average temperature on suicide rates in five urban California counties, 1999–2019: an ecological time series analysis // *BMC Public Health*. 2021. Vol. 21, N 1. P. 974. doi: 10.1186/s12889-021-11001-6
 61. Page L.A., Hajat S., Kovats R.S. Relationship between daily suicide counts and temperature in England and Wales // *The British Journal of Psychiatry*. 2007. N 191. P. 106–112. doi: 10.1192/bjp.bp.106.031948
 62. Schneider A., Hampel R., Ladwig K.H., et al. Impact of meteorological parameters on suicide mortality rates: A case-crossover analysis in Southern Germany (1990–2006) // *The Science of the Total Environment*. 2020. N 707. P. 136053. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136053
 63. Kim Y., Kim H., Kim D.S. Association between daily environmental temperature and suicide mortality in Korea (2001–2005) // *Psychiatry Research*. 2011. Vol. 186, N 2–3. P. 390–396. doi: 10.1016/j.psychres.2010.08.006
 64. Fernández-Arteaga V., Tovilla-Zárate C.A., Fresán A., et al. Association between completed suicide and environmental temperature in a Mexican population, using the Knowledge Discovery in Database approach // *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2016. N 135. P. 219–224. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.08.002
 65. Lin H.C., Chen C.S., Xirasagar S., et al. Seasonality and climatic associations with violent and nonviolent suicide: a population-based study // *Neuropsychobiology*. 2008. Vol. 57, N 1–2. P. 32–37. doi: 10.1159/000129664
 66. Fernández-Niño J.A., Flórez-García V.A., Astudillo-García C.I., et al. Weather and Suicide: A Decade Analysis in the Five Largest Capital Cities of Colombia // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018. Vol. 15, N 7. P. 1313. doi: 10.3390/ijerph15071313
 67. Likhvar V., Honda Y., Ono M. Relation between temperature and suicide mortality in Japan in the presence of other confounding factors using time-series analysis with a semiparametric approach // *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2011. Vol. 16, N 1. P. 36–43. doi: 10.1007/s12199-010-0163-0
 68. Lee H.C., Lin H.C., Tsai S.Y., et al. Suicide rates and the association with climate: a population-based study // *Journal of Affective Disorders*. 2006. Vol. 92, N 2–3. P. 221–226. doi: 10.1016/j.jad.2006.01.026
 69. Qi X., Hu W., Mengersen K., et al. Socio-environmental drivers and suicide in Australia: Bayesian spatial analysis // *BMC Public Health*. 2014. N 14. P. 681. doi: 10.1186/1471-2458-14-681
 70. Tsai J.F., Cho W. Temperature change dominates the suicidal seasonality in Taiwan: a time-series analysis // *Journal of Affective Disorders*. 2012. Vol. 136, N 3. P. 412–418. doi: 10.1016/j.jad.2011.11.010
 71. Pan R., Honda Y., Minakuchi E., et al. Ambient Temperature and External Causes of Death in Japan from 1979 to 2015: A Time-Stratified Case-Crossover Analysis // *Environmental Health Perspectives*. 2022. Vol. 130, N 4. P. 47004. doi: 10.1289/EHP9943
 72. Deisenhammer E.A., Kemmler G., Parson P. Association of meteorological factors with suicide // *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2003. Vol. 108, N 6. P. 455–459. doi: 10.1046/j.0001-690x.2003.00219.x

REFERENCES

1. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers AA, et al. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva: *World Health Organization*; 2004.
2. Revich BA. Changing the health of the Russian population in a changing climate. *Forecasting problems*. 2008;(3):140–150. doi: 10.1134/S1075700708030106

3. Khasnulin VI, Khasnulin AV. Psycho-emotional stress and meteorereaction as systemic manifestations of human disadaptation under climate change in the North of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2012;19(8):3–7. doi: 10.17816/humeco17448
4. Hu J, Hou Z, Xu Y, et al. Life loss of cardiovascular diseases per death attributable to ambient temperature: A national time series analysis based on 364 locations in China. *The Science of the Total Environment*. 2021;(756):142614. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142614
5. Iranpour S, Khodakarim S, Shahsavani A, et al. Modification of the effect of ambient air temperature on cardiovascular and respiratory mortality by air pollution in Ahvaz, Iran. *Epidemiol Health*. 2020;(42):e2020053. doi: 10.4178/epih.e2020053
6. Li J, Xu X, Yang J, et al. Ambient high temperature and mortality in Jinan, China: A study of heat thresholds and vulnerable populations. *Environment Research Journal*. 2017;(156):657–664. doi: 10.1016/j.envres.2017.04.020
7. Pogonysheva IA, Kuznetsova VP, Pogonyshv DA. The impact of modern climate change on public health: European studies. *Culture, science, education: problems and prospects*. 2021:33–38. doi: 10.36906/KSP-2020/06
8. Basu R, Gavin L, Pearson D, et al. Examining the Association Between Apparent Temperature and Mental Health-Related Emergency Room Visits in California. *American Journal of Epidemiology*. 2018;187(4):726–735. doi: 10.1093/aje/kwx295
9. Luan G, Yin P, Wang L, et al. Associations between ambient high temperatures and suicide mortality: a multi-city time-series study in China. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2019;26(20):20377–20385. doi: 10.1007/s11356-019-05252-5
10. Thompson R, Hornigold R, Page L, et al. Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review. *Public Health*. 2018;(161):171–191. doi: 10.1016/j.puhe.2018.06.008
11. Bannikov GS, Vikhristyuk OV, Miller LV, et al. Memo to psychologists of educational institutions on the identification and prevention of suicidal behavior among minors. 2012. 17 p. (In Russ).
12. who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/suicide [Internet]. Suicide. 17.06.2021 [cited: 17.04.2022]. Available from: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/suicide> (In Russ).
13. World Health Organization. Suicide worldwide in 2019: Global health estimates. Geneva: World Health Organization; 2021. 35 p. (In Russ).
14. Bär S, Bundo M, de Schrijver E, et al. Suicides and ambient temperature in Switzerland: A nationwide time-series analysis. *Swiss Medical Weekly*. 2022;(152):w30115. doi: 10.4414/smw.2022.w30115
15. Dumenčić B, Rajc J, Marjanović K, et al. Impact of Meteorological Factors on Suicide Attempts and Completed Suicides in Croatia, Osijek-Baranja County. *Psychiatria Danubina*. 2019;31(4):405–412. doi: 10.24869/psyd.2019.405
16. Akkaya-Kalayci T, Vyssoki B, Winkler D, et al. The effect of seasonal changes and climatic factors on suicide attempts of young people. *BMC Psychiatry*. 2017;17(1):365. doi: 10.1186/s12888-017-1532-7
17. Pervilhac C, Schoilew K, Znoj H, et al. Wetter und Suizid: Assoziation zwischen meteorologischen Variablen und suizidalem Verhalten – eine qualitative systematische Übersichtsarbeit [Weather and suicide: Association between meteorological variables and suicidal behavior-a systematic qualitative review article]. *Der Nervenarzt*. 2020;91(3):227–232. doi: 10.1007/s00115-019-00795-x
18. Chau PH, Yip PSF, Lau HYE, et al. Hot Weather and Suicide Deaths among Older Adults in Hong Kong, 1976–2014: A Retrospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(10):3449. doi: 10.3390/ijerph17103449
19. Gao J, Cheng Q, Duan J, et al. Ambient temperature, sunlight duration, and suicide: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the Total Environment*. 2019;(646):1021–1029. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.098
20. Yoo EH, Eum Y, Roberts JE, et al. Association between extreme temperatures and emergency room visits related to mental disorders: A multi-region time-series study in New York, USA. *The Science of the Total Environment*. 2021;(792):148246. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148246
21. Chan EYY, Lam HCY, So SHW, et al. Association between Ambient Temperatures and Mental Disorder Hospitalizations in a Subtropical City: A Time-Series Study of Hong Kong Special Administrative Region. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(4):754. doi: 10.3390/ijerph15040754
22. García FM, Boada SS, Collsamata AX, et al. Factores meteorológicos y urgencias psiquiátricas [Meteorological factors and psychiatric emergencies]. *Actas Españolas de Psiquiatria*. 2009;37(1):34–41.
23. Zhumambayeva SM, Morenko MA, Rozenson RI, et al. Changing of the climate. Global warming. Main trends and solutions. *Valeology: Health, Illness, Recovery*. 2020; (2):407–411. (In Russ).
24. Aguglia A, Giacomini G, Montagna E, et al. Meteorological Variables and Suicidal Behavior: Air Pollution and Apparent Temperature Are Associated With High-Lethality Suicide Attempts and Male Gender. *Frontiers in Psychiatry*. 2021;(12):653390. doi: 10.3389/fpsy.2021.653390
25. Padhy SK, Sarkar S, Panigrahi M, et al. Mental health effects of climate change. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2015;19(1):3–7. doi: 10.4103/0019-5278.156997
26. Cianconi P, Betrò S, Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. *Frontiers in Psychiatry*. 2020;(11):74. doi: 10.3389/fpsy.2020.00074
27. Li Y, Cheng Y, Cui G, et al. Association between high temperature and mortality in metropolitan areas of four cities in various climatic zones in China: a time-series study. *Environmental Health*. 2014;(13):65. doi: 10.1186/1476-069X-13-65
28. Bushman BJ, Wang MC, Anderson CA. Is the curve relating temperature to aggression linear or curvilinear? Assaults and temperature in Minneapolis reexamined. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2005; 89(1):62–66. doi: 10.1037/0022-3514.89.1.62
29. Hill SY, Jones BL, Haas GL. Suicidal ideation and aggression in childhood, genetic variation and young adult depression. *Journal of Affective Disorders*. 2020;(276):954–962. doi: 10.1016/j.jad.2020.07.049

30. Heo S, Lee W, Bell ML. Suicide and Associations with Air Pollution and Ambient Temperature: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(14):7699. doi: 10.3390/ijerph18147699
31. Cornelius SL, Berry T, Goodrich AJ, et al. The Effect of Meteorological, Pollution, and Geographic Exposures on Death by Suicide: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(15):7809. doi: 10.3390/ijerph18157809
32. Pochinkova PA, Gorbatova MA, Narkevich AN, et al. Updated brief recommendations on writing and presenting systematic reviews: what's new in PRISMA-2020 guidelines? *Marine Medicine*. 2022;8(2):88–101. (In Russ.) doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-88-101
33. Sher L. Ambient temperature, testosterone, and suicide. *Brazilian Journal of Psychiatry*. 2022;44(1):1–3. doi: 10.1590/1516-4446-2021-1887
34. Massazza A, Ardino V, Fioravanzo RE. Climate change, trauma and mental health in Italy: a scoping review. *European Journal of Psychotraumatology*. 2022;13(1):1–16. doi: 10.1080/20008198.2022.2046374
35. Bozsonyi K, Lester D, Fulop A, et al. The effects of sunshine duration and ambient temperature on suicides in Hungary. *Neuropsychopharmacologia Hungarica*. 2020;22(1):23–28.
36. Gomes WR, Butler WR, Johnson AD. Effect of elevated ambient temperature on testis and blood levels and in vitro biosynthesis of testosterone in the ram. *Journal of Animal Sciences*. 1971;33(4):804–807. doi: 10.2527/jas1971.334804x
37. Dabbs JM Jr. Age and seasonal variation in serum testosterone concentration among men. *Chronobiology International*. 1990;7(3):245–249. doi: 10.3109/07420529009056982
38. Svartberg J, Midtby M, Bønaa KH, et al. The associations of age, lifestyle factors and chronic disease with testosterone in men: the Tromsø Study. *European Journal of Endocrinology*. 2003;149(2):145–152. doi:10.1530/eje.0.1490145
39. Gesquiere LR, Onyango PO, Alberts SC, et al. Endocrinology of year-round reproduction in a highly seasonal habitat: environmental variability in testosterone and glucocorticoids in baboon males. *American Journal of Physical Anthropology*. 2011;144(2):169–176. doi: 10.1002/ajpa.21374
40. Tripodianakis J, Markianos M, Rouvali O, et al. Gonadal axis hormones in psychiatric male patients after a suicide attempt. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. 2007;257(3):135–139. doi:10.1007/s00406-006-0686-y
41. Markianos M, Tripodianakis J, Istikoglou C, et al. Suicide attempt by jumping: a study of gonadal axis hormones in male suicide attempters versus men who fell by accident. *Psychiatry Research*. 2009;170(1):82–85. doi: 10.1016/j.psychres.2008.08.001
42. Kiraly DD, Sher L. Low testosterone in a young combat veteran with dual diagnosis and suicidal behavior: a case study. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*. 2015;27(2):235–237. doi:10.1515/ijamh-2015-5018
43. Sher L, Bierer LM, Makotkine I, et al. The effect of oral dexamethasone administration on testosterone levels in combat veterans with or without a history of suicide attempt. *Journal of Psychiatric Research*. 2021;143(4):499–503. doi: 10.1016/j.jpsychires.2020.11.034
44. Collins KJ, Few JD, Forward TJ, et al. Stimulation of adrenal glucocorticoid secretion in man by raising the body temperature. *Journal of Physiology*. 1969;202(3):645–660. doi: 10.1113/jphysiol.1969.sp008832
45. Kanikowska D, Roszak M, Rutkowski R, et al. Seasonal differences in rhythmicity of salivary cortisol in healthy adults. *Journal of Applied Physiology*. 2019;126(3):764–770. doi: 10.1152/jappphysiol.00972.2018
46. Kanikowska D, Sugenoja J, Sato M, et al. Seasonal variation in blood concentrations of interleukin-6, adrenocorticotrophic hormone, metabolites of catecholamine and cortisol in healthy volunteers. *International Journal of Biometeorology*. 2009;53(6):479–485. doi: 10.1007/s00484-009-0236-1
47. Kim Y, Kim H, Gasparrini A, et al. Suicide and Ambient Temperature: A Multi-Country Multi-City Study. *Environmental Health Perspectives*. 2019;127(11):117007. doi: 10.1289/EHP4898
48. Grijbovski AM, Kozhakhmetova G, Kosbayeva A, et al. Associations between air temperature and daily suicide counts in Astana, Kazakhstan. *Medicina (Kaunas)*. 2013;49(8):379–385.
49. Santurtún A, Almendra R, Silva GL, et al. Suicide and apparent temperature in the two capitals cities in the Iberian peninsula. *Social Science and Medicine*. 2020;265:113411. doi: 10.1016/j.socscimed.2020.113411
50. Rozanov VA, Grigoriev PE, Zakharov SE, et al. Analysis of the seasonality of completed suicides, taking into account environmental factors such as temperature and daylight hours. *Suicidology*. 2018;9(3):71–78. (In Russ.) doi: 10.32878/suiciderus.18-09-03(32)-71-79
51. Müller H, Biermann T, Renk S, et al. Higher environmental temperature and global radiation are correlated with increasing suicidality – a localized data analysis. *Chronobiology International*. 2011;28(10):949–957. doi: 10.3109/07420528.2011.618418
52. Williams MN, Hill SR, Spicer J. Will climate change increase or decrease suicide rates? The differing effects of geographical, seasonal, and irregular variation in temperature on suicide incidence. *Climatic Change*. 2015;130(3):519–528. doi: 10.1007/s10584-015-1371-9
53. Kurokouchi M, Miyatake N, Kinoshita H, et al. Correlation between suicide and meteorological parameters. *Medicina (Kaunas)*. 2015;51(6):363–367. doi: 10.1016/j.medic.2015.11.006
54. Bando DH, Teng CT, Volpe FM, et al. Suicide and meteorological factors in São Paulo, Brazil, 1996–2011: a time series analysis. *Brazilian Journal of Psychiatry*. 2017;39(3):220–227. doi: 10.1590/1516-4446-2016-2057
55. Burke M, González F, Baylis P, et al. Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature Climate Change*. 2018;8(8):723–729. doi: 10.1038/s41558-018-0222-x
56. Yarza S, Vodonos A, Hassan L, et al. Suicide behavior and meteorological characteristics in hot and arid climate. *Environmental Research*. 2020;184(109314). doi: 10.1016/j.envres.2020.109314
57. Kim Y, Kim H, Honda Y, et al. Suicide and Ambient Temperature in East Asian Countries: A Time-Stratified Case-Crossover Analysis. *Environmental Health Perspectives*. 2016; 124(1):75–80. doi: 10.1289/ehp.1409392

58. Kayipmaz S, San I, Usul E, et al. The effect of meteorological variables on suicide. *International Journal of Biometeorology*. 2020;64(9):1593–1598. doi: 10.1007/s00484-020-01940-x
59. Sim K, Kim Y, Hashizume M, et al. Nonlinear temperature-suicide association in Japan from 1972 to 2015: Its heterogeneity and the role of climate, demographic, and socioeconomic factors. *International Journal of Environmental*. 2020;(142):105829. doi: 10.1016/j.envint.2020.105829
60. Cheng S, Plouffe R, Nanos SM, et al. The effect of average temperature on suicide rates in five urban California counties, 1999–2019: an ecological time series analysis. *BMC Public Health*. 2021;21(1):974. doi: 10.1186/s12889-021-11001-6
61. Page LA, Hajat S, Kovats RS. Relationship between daily suicide counts and temperature in England and Wales. *The British Journal of Psychiatry*. 2007;(191):106–112. doi: 10.1192/bjp.bp.106.031948
62. Schneider A, Hampel R, Ladwig KH, et al. Impact of meteorological parameters on suicide mortality rates: A case-crossover analysis in Southern Germany (1990–2006). *The Science of the Total Environment*. 2020;(707):136053. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136053
63. Kim Y, Kim H, Kim DS. Association between daily environmental temperature and suicide mortality in Korea (2001–2005). *Psychiatry Research*. 2011;186(2–3):390–396. doi: 10.1016/j.psychres.2010.08.006
64. Fernández-Arteaga V, Tovilla-Zárate CA, Fresán A, et al. Association between completed suicide and environmental temperature in a Mexican population, using the Knowledge Discovery in Database approach. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2016;(135):219–224. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.08.002
65. Lin HC, Chen CS, Xirasagar S, et al. Seasonality and climatic associations with violent and nonviolent suicide: a population-based study. *Neuropsychobiology*. 2008;57(1–2):32–37. doi: 10.1159/000129664
66. Fernández-Niño JA, Flórez-García VA, Astudillo-García CI, et al. Weather and Suicide: A Decade Analysis in the Five Largest Capital Cities of Colombia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(7):1313. doi: 10.3390/ijerph15071313
67. Likhvar V, Honda Y, Ono M. Relation between temperature and suicide mortality in Japan in the presence of other confounding factors using time-series analysis with a semiparametric approach. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2011;16(1):36–43. doi: 10.1007/s12199-010-0163-0
68. Lee HC, Lin HC, Tsai SY, et al. Suicide rates and the association with climate: a population-based study. *Journal of Affective Disorders*. 2006;92(2–3):221–226. doi: 10.1016/j.jad.2006.01.026
69. Qi X, Hu W, Mengersen K, et al. Socio-environmental drivers and suicide in Australia: Bayesian spatial analysis. *BMC Public Health*. 2014;(14):681. doi:10.1186/1471-2458-14-681
70. Tsai JF, Cho W. Temperature change dominates the suicidal seasonality in Taiwan: a time-series analysis. *Journal of Affective Disorders*. 2012;136(3):412–418. doi: 10.1016/j.jad.2011.11.010
71. Pan R, Honda Y, Minakuchi E, et al. Ambient Temperature and External Causes of Death in Japan from 1979 to 2015: A Time-Stratified Case-Crossover Analysis. *Environmental Health Perspectives*. 2022;130(4):47004. doi: 10.1289/EHP9943
72. Deisenhammer EA, Kemmler G, Parson P. Association of meteorological factors with suicide. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2003;108(6):455–459. doi: 10.1046/j.0001-690x.2003.00219.x

ОБ АВТОРАХ

***Гржибовский Андрей Мечиславович**, PhD;
адрес: Россия, 163061, Архангельск, пр-т Троицкий, д. 51;
ORCID: 0000-0002-5464-0498;
eLibrary SPIN: 118-0081;
e-mail: a.grjibovski@yandex.ru

Кобелев Иван Михайлович;
ORCID: 0000-0002-9414-4595;
eLibrary SPIN: 4111-9474;
e-mail: ivan_kobeleв_2017@mail.ru

Кукалевская Наталья Николаевна;
ORCID: 0000-0003-3371-1485;
eLibrary SPIN: 1844-4439;
e-mail: n.kukalevskaya@yandex.ru

Попова Юлия Алексеевна;
ORCID: 0000-0003-1684-6636;
eLibrary SPIN: 8735-4220;
e-mail: antyulia811@gmail.com

Баранов Александр Васильевич, к.м.н., доцент
ORCID: 0000-0002-3543-1738;
eLibrary SPIN: 2548-4398;
e-mail: baranov.av1985@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Andrej M. Grjibovski**, MD, MPhil, PhD;
address: 51 Troitsky avenue, 163061 Arkhangelsk, Russia;
ORCID: 0000-0002-5464-0498;
eLibrary SPIN: 118-0081;
e-mail: a.grjibovski@yandex.ru

Ivan M. Kobeleв;
ORCID: 0000-0002-9414-4595;
eLibrary SPIN: 4111-9474;
e-mail: ivan_kobeleв_2017@mail.ru

Natalya N. Kukalevskaya;
ORCID: 0000-0003-3371-1485;
eLibrary SPIN: 1844-4439;
e-mail: n.kukalevskaya@yandex.ru

Yulia A. Popova;
ORCID: 0000-0003-1684-6636;
eLibrary SPIN: 8735-4220;
e-mail: antyulia811@gmail.com

Alexander V. Baranov, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;
ORCID: 0000-0002-3543-1738;
eLibrary SPIN: 2548-4398;
e-mail: baranov.av1985@mail.ru

***Автор, ответственный за переписку / Corresponding author**

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456483>

Связь между температурой атмосферного воздуха и артериальным давлением у взрослого населения в разные сезоны года

Т.Н. Растокина¹, А.В. Кудрявцев^{1, 2}, Т.Н. Унгурану¹¹ Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Российская Федерация;² Арктический университет Норвегии, Тромсё, Норвегия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В Архангельской области наблюдается тенденция роста общей заболеваемости артериальной гипертензией. Несмотря на простоту диагностики артериальной гипертензии и доступность лечения, около половины больных не осведомлены о своём заболевании и его последствиях, не принимают рекомендованные препараты. В сочетании с суровыми климатическими условиями северных регионов это может привести к ранним инфарктам и инсультам.

Цель работы. Изучить связь между температурой атмосферного воздуха и артериальным давлением среди взрослого населения г. Архангельска.

Материалы и методы. Использованы данные измерения артериального давления у 2342 участников исследования «Узнай своё сердце» в возрастной группе 35–69 лет, проведённого в г. Архангельске в период с 1 ноября 2015 по 31 октября 2017 гг. К каждому измерению артериального давления были привязаны соответствующие по времени показания температуры атмосферного воздуха, регистрировавшиеся городской метеостанцией с периодичностью 8 раз в сутки. Для оценки влияния температуры воздуха на артериальное давление использован линейный регрессионный анализ отдельно для тёплого (16 апреля–15 октября) и холодного (16 октября–15 апреля) сезонов.

Результаты. В тёплый сезон года в группе участников без артериальной гипертензии и у лиц с леченой артериальной гипертензией высокие значения температуры атмосферного воздуха (17,5–26,5 °С) относительно среднего уровня (8,8–12,2 °С) связаны со снижением систолического артериального давления на 7,9 мм рт.ст. ($p=0,004$) и 8,5 мм рт.ст. ($p=0,012$), соответственно, и диастолического — на 5,1 мм рт.ст. ($p=0,002$) и 4,5 мм рт.ст. ($p=0,021$), соответственно. В группе лиц с нелеченой артериальной гипертензией изменение температуры атмосферного воздуха выше (12,3–17,2 °С) и ниже (6,0–8,7 °С) среднего уровня для этого периода ассоциировано с повышением систолического артериального давления на 11,7 мм рт.ст. ($p=0,044$) и 16,9 мм рт.ст. ($p=0,004$), а диастолического — на 8,9 мм рт.ст. ($p=0,018$) и 13,8 мм рт.ст. ($p<0,001$), соответственно. В холодный сезон года не выявлено связи температуры воздуха и артериального давления у лиц без артериальной гипертензии. У лиц с леченой артериальной гипертензией повышение температуры воздуха в холодный сезон (–1,3...1,1 °С) относительно среднего уровня (–3,9...–1,4 °С) связано со снижением систолического артериального давления на 8,5 мм рт.ст. ($p=0,001$).

Заключение. Результаты исследования демонстрируют наличие связи между температурой атмосферного воздуха и артериальным давлением. Больные с нелеченой артериальной гипертензией более подвержены колебаниям артериального давления при изменениях температуры атмосферного воздуха.

Ключевые слова: артериальное давление; артериальная гипертензия; температура атмосферного воздуха.

Как цитировать:

Растокина Т.Н., Кудрявцев А.В., Унгурану Т.Н. Связь между температурой атмосферного воздуха и артериальным давлением у взрослого населения в разные сезоны года // Экология человека. 2023. Т. 30, № 6. С. 417–427. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456483>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456483>

Association between atmospheric air temperature and blood pressure among adult population in different seasons

Tatiana N. Rastokina¹, Alexander V. Kudryavtsev^{1, 2}, Tatiana N. Unguryanu¹

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation;

² UiT The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway

ABSTRACT

BACKGROUND: The prevalence of hypertension in the Arkhangelsk region is steadily increasing. Despite the progress in the diagnostics and the availability of treatment, a half of the population are unaware of their hypertension and its potential consequences, and consequently, do not adhere to the prescribed medications. This lack of awareness, coupled with the challenging climatic conditions of the northern regions, can significantly increase the risk of acute myocardial infarctions and strokes among young adults.

AIM: To study the association between atmospheric air temperature and blood pressure among the adult population in Arkhangelsk.

MATERIAL AND METHODS: For the purpose of this study we used blood pressure data obtained from 2342 participants individuals aged 35–69 years who participated in the “Know your heart” study in Arkhangelsk from November 1, 2015 to October 31, 2017. Every blood pressure measurement was linked to the time-corresponding readings of atmospheric air temperature recorded by the city meteorological station. The effect of the temperature on blood pressure was assessed using linear regression analysis separately for the warm (April 16–October 15) and the cold (October 16–April 15) seasons.

RESULTS: In the warm season, in the group of participants without hypertension and in those with treated arterial hypertension, high values of atmospheric air temperature (17.5–26.5 °C) relative to the average level (8.8–12.2 °C) were associated with a decrease in systolic blood pressure at 7.9 mm Hg ($p=0.004$) and 8.5 mm Hg ($p=0.012$), respectively, and diastolic blood pressure by 5.1 mm Hg ($p=0.002$) and 4.5 mm Hg ($p=0.021$), respectively. In the group of participants with untreated arterial hypertension, changes in ambient air temperature above (12.3–17.2 °C) and below (6.0–8.7 °C) the average level for this period were associated with an increase in systolic blood pressure by 11.7 mm Hg ($p=0.044$) and 16.9 mm Hg ($p=0.004$), and diastolic blood pressure by 8.9 mm Hg ($p=0.018$) and 13.8 mm Hg ($p<0.001$), respectively. In the cold season, no effect of air temperature on blood pressure was found in persons without arterial hypertension. In persons with treated arterial hypertension, an increase in air temperature in the cold season to the levels of (–1.3...1.1 °C) relative to the average level (–3.9–1.4 °C) were associated with lower systolic blood pressure by 8.5 mm Hg ($p=0.001$).

CONCLUSION: The results of the study demonstrate the association between the atmospheric air temperature and blood pressure. Patients with untreated hypertension are more susceptible to fluctuations in blood pressure parallel to changes in ambient air temperature.

Keywords: blood pressure; arterial hypertension; atmospheric air temperature.

To cite this article:

Rastokina TN, Kudryavtsev AV, Unguryanu TN. Association between atmospheric air temperature and blood pressure among adult population in different seasons of year. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(6):417–427. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456483>

Received: 25.05.2023

Accepted: 26.07.2023

Published online: 17.10.2023

ВВЕДЕНИЕ

Повышенное артериальное давление (АД) является значительной проблемой как для общественного здравоохранения и практической медицины, так и для отдельного человека. Недиагностированная или протекающая без лечения артериальная гипертензия (АГ) приводит к тяжёлым последствиям: инфаркту миокарда, инсульту, почечной недостаточности, которые, в свою очередь, могут стать причинами инвалидности [1].

По данным исследования распространённости гипертонии в 184 странах мира у лиц в возрасте 30–79 лет, проведённого за период с 1990 по 2019 г., число больных АГ в мире увеличилось с 650 тыс. до 1,28 млн человек. Из них 45% не подозревали у себя гипертонию, а 56% не получали необходимую терапию [2]. За последние 10 лет в России также наблюдается тенденция к росту общей заболеваемости АГ. В 2011 г. показатель общей заболеваемости составил 593,4 на 100 тыс. населения, а в 2021 г. — 992,4 на 100 тыс. населения. По данным, полученным в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области», в Архангельской области наблюдаются общероссийские тенденции роста общей заболеваемости АГ, которая в 2011 г. составляла 117,2 на 1000 населения, а в 2019 г. — 161,3 на 1000 населения. При этом на фоне роста общей заболеваемости АГ отмечается снижение первичной заболеваемости с 6,3 на 1000 населения старше 18 лет в 2011 г. до 3,9 на 1000 населения в 2021 г., что может быть связано с ростом недиагностированной АГ. Аналогичная тенденция отмечается в Камчатском крае: с 2014 по 2018 г. общая заболеваемость АГ выросла в 1,13 раза (с 91,0 до 103,0 на 1000 населения), а первичная заболеваемость снизилась в 1,6 раза (с 18,0 до 11,0 на 1000 населения) [3, 4]. В ряде регионов наблюдается рост первичной заболеваемости АГ. Например, в Пермском крае за период с 2007 по 2017 г. первичная заболеваемость АГ возросла в 1,4 раза, а в Мурманской области за период с 2011 по 2016 г. — в 1,8 раза [5, 6].

Поведенческие факторы риска АГ и других сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) хорошо известны. К ним относятся семейный анамнез, курение, употребление алкоголя, избыточная масса тела, малоподвижный образ жизни, избыточное употребление соли [7]. Дополнительные риски АГ связаны с проживанием в климатических условиях районов Арктической зоны Российской Федерации, к которым, в том числе, относится г. Архангельск [8]. Климат Арктики характеризуется сочетанием длительного периода холода, колебаний атмосферного давления, интенсивных геомагнитных возмущений, высокой относительной и низкой абсолютной влажности воздуха, тяжёлого аэродинамического режима, резкой фотопериодичности и выраженного ультрафиолетового дефицита [9]. Например, для г. Архангельска характерна среднегодовая температура 0,4–0,8 °С, средняя

продолжительность устойчивых морозов — 138 дней. Низкие температуры сочетаются с высокой относительной влажностью, которая в течение 184–190 дней в году составляет более 80%, а в ноябре–декабре достигает 99% [9, 10]. Воздействие неблагоприятных климатических факторов приводит к изменению функционирования сердечно-сосудистой системы. В условиях хронического северного стресса постепенно происходит истощение адаптивных механизмов, формирование дизадаптивных процессов, а затем и патологических состояний, первое место среди которых занимает АГ [9, 11].

Цель исследования. Изучить связь между температурой атмосферного воздуха и АД среди взрослого населения г. Архангельска.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения влияния температуры атмосферного воздуха на АД были использованы данные поперечного исследования «Узнай своё сердце», которое проводилось в г. Архангельске в период 1 ноября 2015 по 31 октября 2017 гг. [12]. В исследование было включено 2342 человека в возрастной группе 35–69 лет. Проанализированы следующие переменные: показатели систолического и диастолического АД, дата и время его измерения, пол, возраст, диагноз АГ, приём лекарственных препаратов, индекс массы тела (ИМТ), статус курения, употребление алкоголя и уровень физической активности. Согласно протоколу исследования, поведенческие факторы риска изучались с помощью валидизированных опросников: оценка употребления алкоголя — с помощью теста AUDIT, статус курения — по опроснику, использовавшемуся в Izhevsk family Study 2 [13], физическая активность — по данным опросника EPIC [12]. Измерение АД проводилось аппаратом OMRON 7051T Automatic Blood Pressure Monitor (OMRON Healthcare) в положении сидя, трёхкратно, с интервалом каждые 2 минуты. В настоящем исследовании использованы средние значения второго и третьего измерений. Для целей данного исследования, участники «Узнай своё сердце» были разделены на три группы: 1-я группа — лица без АГ, 2-я группа — лица с установленным диагнозом АГ и принимающие гипотензивные препараты (леченая АГ) и 3-я группа — лица, указавшие на наличие АГ, но не получающие гипотензивные препараты (нелеченая АГ).

Данные о температуре атмосферного воздуха получены с общедоступного веб-сайта «Расписание погоды» (<https://rp5.ru>) [14]. Для анализа использованы показания температуры атмосферного воздуха на уровне станции, расположенной в г. Архангельске по координатам: 64°30' с.ш. 40°43' в.д., ежедневно измерявшиеся в период проведения исследования с периодичностью 8 раз в сутки (в 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00). Для расчёта среднемесячных значений использовано 2918 показаний температуры атмосферного воздуха,

измеренных с периодичностью 8 раз в сутки в период с 1 ноября 2015 по 31 октября 2017 гг. Для достижения основной цели к каждому измерению АД, проведённому в рамках исследования, были привязаны ближайшие по времени показания измерения температуры атмосферного воздуха на уровне станции. Таким образом данные каждого измерения АД были соотнесены с показаниями температуры атмосферного воздуха, полученными не более чем за полтора часа до или через полтора часа после соответствующего измерения АД.

Учитывая климатические особенности Архангельска (стойкие отрицательные температуры с ноября по апрель и длительность залегания устойчивого снежного покрова с октября по апрель), были выделены два сезона года: тёплый (с 16 апреля по 15 октября) и холодный (с 16 октября по 15 апреля) [15]. Анализ влияния температуры атмосферного воздуха на АД проведён отдельно для каждого сезона. Показатели температуры атмосферного воздуха для каждого сезона были распределены на пентили — пять групп, разделённых значениями, соответствующих 20-му, 40-му, 60-му, и 80-му процентилем (табл. 1).

Тип распределения данных оценивался с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных чисел и относительных частот, количественные переменные (температура воздуха, АД) — в виде медианы (Me) и 25-го и 75-го процентилей (P_{25} ; P_{75}). Для сравнения среднего АД по сезонам и в группах по полу использован критерий Манна–Уитни, в возрастных группах и группах по АГ — критерий Краскела–Уоллиса.

Для оценки влияния температуры воздуха на АД применялся простой линейный регрессионный анализ,

стратифицированный по наличию АГ (в группах без АГ, с леченой АГ и с нелеченой АГ по отдельности) и по сезону года (отдельно для холодного и тёплого сезонов). Переменными исхода были систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД). Независимая переменная представлена значениями температуры атмосферного воздуха, разделёнными на пентильные группы, которые вводились в регрессионные модели как категориальные дамми-переменные. Срединная пентильная группа значений температуры атмосферного воздуха для соответствующего сезона (далее — средний уровень температуры) использовалась в качестве референтной категории. В результате получены и представлены коэффициенты регрессии (В) и их 95% доверительные интервалы (ДИ), отражающие средние отличия (положительные или отрицательные) уровней артериального давления при нахождении показателей температуры атмосферного воздуха в пределах первой, второй, четвёртой и пятой пентильных групп, сравнении с уровнем артериального давления при нахождении показателей температуры атмосферного воздуха в границах третьей (срединной) пентильной группы для соответствующего сезона. В качестве критерия статистической значимости была выбрана вероятность случайной ошибки менее 5% ($p < 0,05$). Статистический анализ проведён при помощи программы STATA V.17 (StataCorp, TX, USA)

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика изучаемой популяции. Проанализированы показатели АД у 2342 человек, из которых 1365 женщин (58%) и 977 мужчин (42%). Большинство

Таблица 1. Температура атмосферного воздуха в г. Архангельске по сезонам года за период с 1 ноября 2015 по 31 октября 2017 гг., °C

Table 1. Atmospheric air temperature in Arkhangelsk by season of the year for the period from November 1, 2015 to October 31, 2017, °C

Уровни температуры атмосферного воздуха Ambient air temperature levels	Тёплый сезон (16 апреля–15 октября), °C Warm season (April 16 – October 15), °C	Холодный сезон (16 октября–15 апреля), °C Cold season (October 16 – April 15), °C
Низкая Low (ниже 20-го процентиля)	–5,5...5,9	–35,0...–8,9
Ниже средней Below average (от 20-го до 40-го процентиля)	6,0–8,7	–8,8...–4,0
Средняя Average* (от 40-го до 60-го процентиля)	8,8–12,2	–3,9...–1,4
Выше средней Above average (от 60-го до 80-го процентиля)	12,3–17,2	–1,3...1,1
Высокая High (выше 80-го процентиля)	17,5–26,5	–1,2...12,0

* средний уровень температуры атмосферного воздуха использован в качестве референтной категории в последующих сравнениях при анализе связей между температурой атмосферного воздуха и артериальным давлением.

* the average level of ambient air temperature was used as a reference category in subsequent comparisons when analyzing the associations between ambient air temperature and blood pressure.

исследуемых (53%) проживали в Архангельске с рождения, и только 2% от общего числа указали, что длительность проживания менее 10 лет. Группа без АГ составила 1098 человек, группа с леченой АГ — 1020 человек и группа с нелеченой АГ — 224 человека. В группах лиц без АГ и с нелеченой АГ преобладали лица в возрасте до 49 лет. В группе принимающих гипотензивные препараты более половины составляли участники старшей возрастной категории (60–69 лет). В группе лиц без АГ преобладали участники с индексом массы тела, соответствующим норме, в отличие от групп с АГ, где большинство участников имели избыточную массу тела. Во всех группах исследуемых большинство респондентов имели умеренный уровень физической активности, половина исследуемых никогда не курила, 80% участников и более имели низкий риск употребления алкоголя (табл. 2).

Среди всех участников максимальное САД составило 223 мм рт.ст., минимальное — 83,5 мм рт.ст., Me=129,5 (P₂₅=118,0; P₇₅=144,0) мм рт.ст. Максимальное ДАД — 142,5 мм рт.ст., минимальное — 49,5 мм рт.ст., Me=82,5 (P₂₅=72,0; P₇₅=90,5) мм рт.ст. Средние значения САД и ДАД у пациентов с леченой и нелеченой АГ были ожидаемо выше по сравнению со средними уровнями САД и ДАД у участников исследования без АГ (рис. 1).

При оценке распределения результатов измерений АД по месяцам года было определено два пика как систолического, так и диастолического артериального давления: в сентябре (133 мм рт.ст. и 84 мм рт.ст.) и в ноябре (133,5 мм рт.ст. и 84,5 мм рт.ст.). Минимальные значения измерений САД наблюдались в мае и составляли 125,5 мм рт.ст., минимальное ДАД наблюдалось в июне и составляло 80 мм рт.ст. При сравнении показателей

Таблица 2. Социально-демографические, поведенческие и медицинские характеристики участников исследования
Table 2. Socio-demographic, behavioral and medical characteristics of the study participants

Характеристики Characteristics	Без артериальной гипертензии Without arterial hypertension, % (n=1098)	Артериальная гипертензия Arterial hypertension	
		леченая treated, % (n=1020)	нелеченая untreated, % (n=224)
Пол, мужчины Gender, male	42,3	40,1	46,4
Возрастная группа, годы Age group, years			
35–49	56,0	16,2	44,2
50–59	28,3	31,4	34,8
60–69	15,7	52,4	21,0
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass index, kg/m ²			
Недостаточная Underweight	1,9	0,3	0,9
Норма Normal	44,8	16,6	29,0
Избыточная масса Overweight	36,1	39,3	42,0
Ожирение Obese	13,7	28,4	20,1
Морбидное ожирение Extremely obese	3,5	15,4	8,0
Физическая активность Physical activity			
Неактивный Inactive	7,9	5,1	3,6
Умеренно неактивный Moderately inactive	9,4	10,2	13,5
Умеренно активный Moderately active	51,3	63,1	48,2
Активный Active	31,4	21,6	34,7
Курение Smoking			
Никогда не курил Never a smoker	51,6	55,9	49,6
Бросил курить Ex-smoker	22,1	24,8	24,1
Курит Current smoker	26,3	19,3	26,3
Уровень употребления алкоголя Alcohol consumption			
Низкий Low	85,0	89,4	80,7
Высокий High	15,0	10,6	19,3

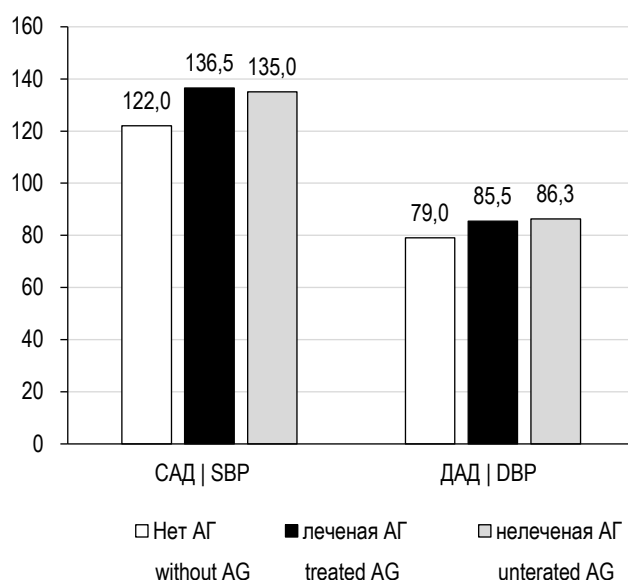


Рис. 1. Среднее артериальное давление в изучаемых группах по артериальной гипертензии, мм рт.ст.: САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; АГ — артериальная гипертензия.

Fig. 1. Average blood pressure in the studied groups, mm Hg: SBP — systolic blood pressure; DBP — diastolic blood pressure; AG — arterial hypertension.

АД в тёплый и холодный сезоны года выявлено более высокое систолическое (130,5 мм рт.ст. для холодного и 128 мм рт.ст. для тёплого, $p=0,009$) и диастолическое АД (83,5 мм рт.ст. для холодного и 81,5 мм рт.ст. для тёплого, $p=0,009$) в холодный сезон.

Характеристика метеорологических факторов. За изучаемый период в г. Архангельске среднегодовая температура атмосферного воздуха составила 2,1 °C ($P_{25}=-3,5$; $P_{75}=10,8$), среднемесячный максимум

наблюдался в июле и составлял 18,2 °C ($P_{25}=15,6$; $P_{75}=21,5$), а минимум был в январе — 15,0 °C ($P_{25}=-21,9$; $P_{75}=-4,3$).

Связь температуры атмосферного воздуха и артериального давления в тёплый сезон года. В группе лиц без АГ высокие значения температуры атмосферного воздуха для тёплого сезона (выше 80-го перцентиля) ассоциировались со снижением САД в среднем на 7,9 мм рт.ст. ($p=0,004$), а ДАД — на 5,1 мм рт.ст. ($p=0,002$), в сравнении с их значениями при среднем уровне температуры (от 40-го до 60-го перцентиля; рис. 2). Аналогичный эффект наблюдается в группе лиц с леченой АГ, где высокие уровни температуры атмосферного воздуха относительно среднего уровня связаны со снижением САД в среднем на 8,5 мм рт.ст. ($p=0,012$), а диастолического — на 4,5 мм рт.ст. ($p=0,021$). В группе участников с нелеченой АГ снижения АД при высоких значениях температуры воздуха не выявлено, но обнаружено значимое повышение САД и ДАД при нахождении показателей температуры воздуха выше и ниже среднего уровня (от 20-го до 40-го перцентиля и от 60-го до 80-го перцентиля). В этой же группе выявлено повышение САД в среднем на 16,9 мм рт.ст. ($p=0,004$), а ДАД — на 13,8 мм рт.ст. ($p < 0,001$) при нахождении показателей температуры воздуха ниже среднего уровня (от 20-го до 40-го перцентиля). Повышение температуры воздуха относительно среднего уровня (от 60-го до 80-го перцентиля) было ассоциировано с повышением САД в среднем на 11,7 мм рт.ст. ($p=0,044$), а ДАД — на 8,9 мм рт.ст. ($p=0,018$). Низкая для тёплого сезона температура воздуха относительно среднего уровня (ниже 20-го перцентиля) связана с повышением ДАД в среднем на 7,6 мм рт.ст. ($p=0,032$) (табл. 3).

Связь температуры атмосферного воздуха и артериального давления в холодный сезон года. В холодный сезон года не обнаружено связи температуры

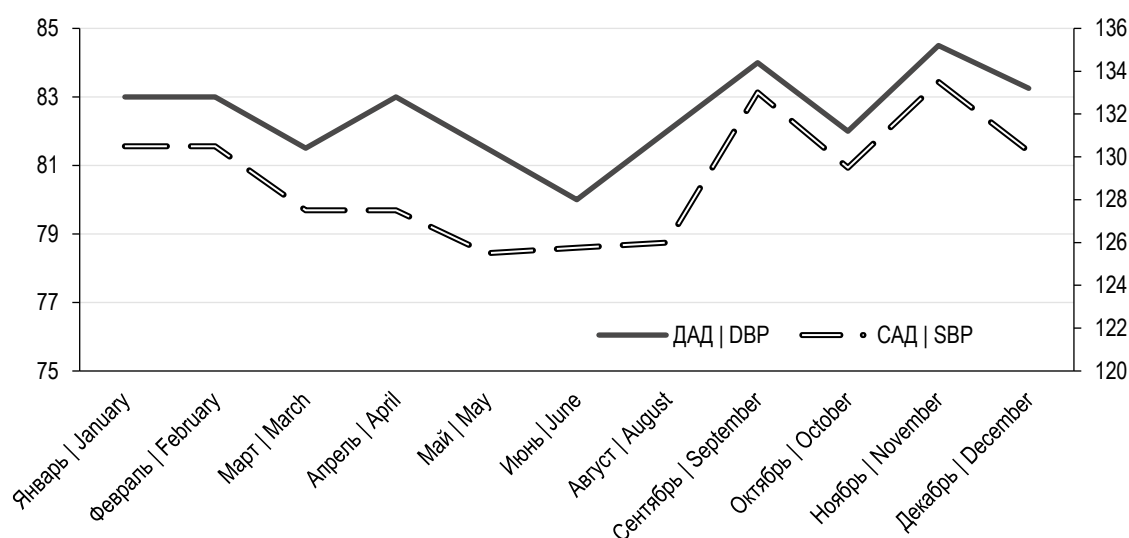


Рис. 2. Распределение результатов измерения артериального давления по месяцам у взрослого населения г. Архангельска за период с 1 ноября 2015 по 31 октября 2017 гг., средние значения за месяц, мм рт.ст.: ДАД — диастолическое артериальное давление; САД — систолическое артериальное давление.

Fig. 2. Mean blood pressure by month among the adult population of Arkhangelsk for the period from November 1, 2015 to October 31, 2017, average values per month, mmHg: DBP — diastolic blood pressure; SBP — systolic blood pressure.

Таблица 3. Связь температуры атмосферного воздуха и артериального давления у взрослого населения г. Архангельска в тёплый сезон года (16 апреля–15 октября)

Table 3. Association between ambient air temperature and blood pressure in the adult population of Arkhangelsk during the warm season of the year (October 16 – April 15)

Температура, °C Temperature, °C	Систолическое артериальное давление, мм рт.ст. Systolic blood pressure, mm Hg			Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст. Diastolic blood pressure, mm Hg		
	В	95% ДИ	p	В	95% ДИ	p
Группа лиц без артериальной гипертензии Participants without arterial hypertension (n=424)						
Низкая Low (–5,5...5,9)	–4,6	–10,0; 0,9	0,099	–1,8	–5,2; 1,5	0,283
Ниже средней Below average (6,0–8,7)	–4,7	–10,1; 0,7	0,087	–1,6	–4,9; 1,7	0,336
Выше средней Above average (12,3–17,2)	–2,1	–7,5; 3,3	0,449	–0,3	–3,7; 3,0	0,839
Высокая High (17,5–26,5)	–7,9	–13,1; –2,6	0,004	–5,1	–8,3; –1,8	0,002
Группа лиц с нелеченой артериальной гипертензией Participants with untreated arterial hypertension (n=92)						
Низкая Low (–5,5...5,9)	7,7	–3,1; 18,7	0,160	7,6	0,7; 14,6	0,032
Ниже средней Below average (6,0–8,7)	16,9	5,7; 28,2	0,004	13,8	6,5; 21,1	<0,001
Выше средней Above average (12,3–17,2)	11,7	0,3; 23,1	0,044	8,9	1,6; 16,3	0,018
Высокая High (17,5–26,5)	6,9	–4,1; 17,8	0,215	4,7	–2,4; 11,7	0,194
Группа принимающих гипотензивные препараты Participants with treated arterial hypertension (n=378)						
Низкая Low (–5,5...5,9)	–4,7	–11,2; 1,8	0,154	–2,0	–5,8; 1,7	0,289
Ниже средней Below average (6,0–8,7)	–5,1	–11,3; 1,2	0,114	–3,6	–7,2; 0,1	0,055
Выше средней Above average (12,3–17,2)	–1,3	–7,4; 4,9	0,692	–0,3	–3,9; 3,3	0,876
Высокая High (17,5–26,5)	–8,5	–15,2; –1,9	0,012	–4,5	–8,4; –0,7	0,021
Референтная группа: средняя температура / Reference category: average temperature (8,8–12,2 °C)						

атмосферного воздуха и АД в группе лиц без АГ. В группе лиц с нелеченой АГ повышение температуры атмосферного воздуха относительно среднего уровня (от 60-го до 80-го перцентиля) было ассоциировано со снижением ДАД в среднем на 6,0 мм рт.ст. ($p=0,049$). В группе лиц с леченой АГ, повышение температуры воздуха относительно среднего уровня было связано со средним снижением САД на 8,5 мм рт.ст. ($p=0,001$), а ДАД на 3,6 мм рт.ст. ($p=0,011$) (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненное исследование показало, что наибольшее влияние температуры атмосферного воздуха на АД наблюдается в тёплый сезон года. Высокие значения температуры воздуха относительно среднего уровня вызывают снижение САД и ДАД в группе без АГ и с леченой АГ. Уязвимую группу составили лица, указавшие на наличие АГ и не принимающие гипотензивные препараты. В этой группе понижение и повышение температуры воздуха относительно среднего уровня вызывает значимое повышение АД.

Выявленные у населения г. Архангельска более высокие значения АД в холодный сезон года согласуются

с данными других исследований [16]. Исследование, выполненное в г. Новосибирске, выявило, что частота обострений гипертонической болезни увеличивается с понижением температуры атмосферного воздуха. Авторами установлена сильная обратная зависимость вызовов скорой помощи к пациентам с гипертоническими кризами и низкими температурами в летний период ($r=-0,843$, $p=0,051$). Гипертонические кризы у населения г. Новосибирска в холодное зимнее время возникают на 37% чаще, чем летом, показывая минимизацию числа вызовов скорой помощи к пациентам с обострением АГ в периоды повышения температуры окружающей среды [17]. Опубликованные данные согласуются с полученными результатами в г. Архангельске для тёплого сезона года, когда было установлено снижение АД при высоких значениях температуры окружающего воздуха в группе без АГ и с леченой АГ.

Мета-анализ 24 панельных исследований, посвящённых изучению сезонных колебаний АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в 23 регионах мира, показал, что САД и ДАД были выше в более холодный сезон по сравнению с тёплым сезоном. Разность между зимним и летним периодами составляла для САД в среднем 3,42 (95% ДИ: 2,00; 4,84) мм рт.ст., для ДАД — 2,86 (95% ДИ: 0,98; 4,74) мм рт.ст. [18].

Таблица 4. Связь температуры атмосферного воздуха и артериального давления у взрослого населения г. Архангельска в холодный сезон года (16 октября–15 апреля)**Table 4.** Association between ambient air temperature and blood pressure in the adult population of Arkhangelsk during the cold season of the year (October 16 – April 15)

Температура, °C Temperature, °C	Систолическое артериальное давление, мм рт.ст. Systolic blood pressure, mm Hg			Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст. Diastolic blood pressure, mm Hg		
	В	95% ДИ	<i>p</i>	В	95% ДИ	<i>p</i>
Группа лиц без артериальной гипертензии Participants without arterial hypertension (<i>n</i>=674)						
Низкая Low (–35,0...–8,9)	4,1	–0,2; 8,4	0,061	1,2	–1,5; 3,8	0,395
Ниже средней Below average (–8,8...–4,0)	3,7	–0,4; 7,9	0,076	1,9	–0,7; 4,4	0,153
Выше средней Above average (–1,3...1,1)	1,5	–2,7; 5,7	0,478	1,1	–1,5; 3,8	0,394
Высокая High (1,2–12,0)	0,5	–3,7; 4,7	0,819	0,1	–2,5; 2,7	0,932
Группа лиц с нелеченой артериальной гипертензией Participants with untreated arterial hypertension (<i>n</i>=132)						
Низкая Low (–35,0...–8,9)	–3,5	–13,9; 6,9	0,507	–2,3	–7,8; 3,1	0,400
Ниже средней Below average (–8,8...–4,0)	4,3	–6,8; 15,5	0,441	–0,6	–6,4; 5,2	0,838
Выше средней Above average (–1,3...1,1)	–3,5	–14,9; 7,9	0,546	–6,0	–12,0; –0,1	0,049
Высокая High (1,2–12,0)	–1,9	–12,0; 8,2	0,706	–2,0	–7,3; 3,3	0,448
Группа принимающих гипотензивные препараты Participants with treated arterial hypertension (<i>n</i>=642)						
Низкая Low (–35,0...–8,9)	–2,2	–7,2; 2,8	0,391	0,2	–2,7; 3,0	0,910
Ниже средней Below average (–8,8...–4,0)	–0,5	–5,5; 4,5	0,848	2,2	–0,6; 5,0	0,125
Выше средней Above average (–1,3...1,1)	–8,5	–13,5; –3,5	0,001	–3,6	–6,4; –0,8	0,011
Высокая High (1,2–12,0)	–4,9	–10,2; 0,3	0,065	–2,4	–5,3; 0,5	0,105
Референтная группа: средняя температура Reference category: average temperature (–3,9...–1,4 °C)						

По результатам проспективного когортного исследования, проведённого на северо-западе Китая [19], выявлено увеличение САД на 0,28 мм рт.ст. и ДАД на 0,16 мм рт.ст. при понижении среднесуточной температуры на 1 °C. Влияние температуры окружающей среды выражено сильнее летом, чем в другие сезоны, что сходно с полученными нами данными.

Исследование влияния сезонных изменений на АД здоровых людей в Индии продемонстрировало общую закономерность более высокого АД зимой в сравнении с летним сезоном. Для САД разница составила 6,32 мм рт.ст. ($p=0,005$), для ДАД — 7,50 мм рт.ст. ($p=0,003$) [20].

При изучении влияния температуры атмосферного воздуха на АД у пожилых людей в трёх городах Франции (Бордо, Дижон, Монпелье) выявлено понижение САД на 8 мм рт.ст. при увеличении температуры воздуха от самого нижнего квинтиля (<7,9 °C) до самого высокого ($\geq 21,2$ °C), что сходно с полученными нами результатами в группе лиц без АГ и с леченой АГ в тёплый сезон года [21].

Кратковременное воздействие низкой температуры окружающей среды достоверно повышало АД у жителей Тайваня, больных хроническими ССЗ [22]. Снижение температуры на 1 °C было связано с повышением

САД на 0,6841 мм рт.ст., а ДАД — на 0,2709 мм рт.ст. ($p < 0,001$). Показано, что гипотензивные препараты могут модифицировать этот эффект, что согласуется с результатами нашего исследования.

В исследовании, включающем 18 770 жителей г. Осло, выявлено более высокое АД в зимний сезон, однако данная связь не подтвердилась при корректировке на температуру атмосферного воздуха. Понижение температуры атмосферного воздуха на 10 °C связано с повышением АД у мужчин (САД на 1,5 мм рт.ст.; ДАД на 1,3 мм рт.ст.) и у женщин (САД на 2,4 мм рт.ст.; ДАД на 1,8 мм рт.ст.) [23].

Исследование влияния температуры атмосферного воздуха на вариабельность АД у лиц с нормальным повышенным АД или имеющим АГ 1 стадии, проведённое с использованием данных многоцентрового рандомизированного исследования DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) в восьми клинических центрах США, обнаружило обратно пропорциональную связь между среднесуточной температурой воздуха и среднесуточной вариабельностью САД ($\beta = -0,04$; 95% ДИ: $-0,08...-0,01$). В данном исследовании участники придерживались специальной диеты и не получали гипотензивных препаратов [24].

Необходимо отметить, что в настоящей работе существуют определённые ограничения. Во-первых, ввиду

особенностей сбора материала в проекте «Узнай своё сердце» отсутствуют данные АД в июле, что могло повлиять на полученные результаты в тёплый сезон года. Во-вторых, в результате обработки данных была выявлена группа участников, сообщивших о приеме гипотензивных препаратов, но не указавших на наличие АГ (114 человек), которые отнесены к группе лиц с леченой АГ. В-третьих, наиболее значительные особенности влияния температуры воздуха на АД определены в самой малочисленной группе исследуемых с нелеченой АГ. Тем не менее, можно предположить, что они являются достаточно весомыми, чтобы проявиться даже в условиях небольшой статистической мощности. Для подтверждения полученных результатов требуется изучение выявленных взаимосвязей на выборке лиц с нелеченой АГ большей численности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены закономерности влияния температуры атмосферного воздуха в г. Архангельске на АД в группе лиц с нелеченой АГ. В тёплый сезон года при изменении температуры воздуха выше и ниже относительно среднего уровня наблюдается существенное повышение АД как систолического, так и диастолического в диапазоне 7–17 мм рт.ст. в зависимости от величины изменений температуры. При этом не наблюдается снижение АД при высоких значениях температур (выше 17,5 °C), как это происходит в группе без АГ и в группе лиц с леченой АГ. В холодный сезон повышение температуры атмосферного воздуха вызывает снижение АД у лиц с АГ, как леченой, так и без терапии. Влияние температуры воздуха

не выявлено в группе без АГ. Полученные результаты указывают, что группа лиц с нелеченой АГ, является уязвимой к действию температуры атмосферного воздуха. Необходима популяризация контроля АД среди населения, ежегодная диспансеризация населения старше 35 лет с обязательным контролем АД и проведением бесед о возможных опасностях неконтролируемой АГ, формирование приверженности к назначаемой терапии с учётом общемировой тенденции роста больных не осведомлённых о своем заболевании и не получающих необходимого лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Участие авторов. Т.Н. Растокина подготовила первый вариант статьи, работала над её улучшением, провела частично статистический анализ, подготовила таблицы и графики; А.В. Кудрявцев работал с базой данных, провёл статистические расчёты, работал над текстом статьи; Т.Н. Унгуряну работала над улучшением текста статьи, утвердила окончательный вариант для направления в редакцию.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. T.N. Rastokina prepared the first draft of the article, worked to improve it, carried out partial statistical analysis, prepared tables and graphs; A.V. Kudryavtsev worked with the database, carried out statistical calculations, worked on the text of the article; T.N. Unguryanu worked to improve the text of the article, approved the final version for submission to the editor

Competing interests. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prüss-Üstün A., Wolf J., Corvalán C., et al. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva : World Health Organization. 2016. 147 p.
2. NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants // Lancet. 2021. Vol. 398. N 10304. P. 957–980. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01330-1
3. kamgov.ru [интернет]. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Камчатском крае по итогам деятельности за 2016 год [дата обращения: 26.01.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.kamgov.ru/files/58e56c98bf8cd0.44276495.doc>
4. kamgov.ru [интернет]. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Камчатском крае по итогам деятельности за 2018 год [дата обращения: 26.01.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.kamgov.ru/files/5e265e4bdb316.74308869.doc>
5. Касатов А.В., Степнов С.М. Анализ многолетней динамики заболеваемости системы кровообращения у населения города Перми и Пермского края // Пермский медицинский журнал. 2019. Т. 36. № 2. С. 75–80. doi: 10.17816/pmj36275-80
6. Леонов С.А., Голубев Н.А., Зайченко Н.М. Сборник статистических материалов по болезням системы кровообращения. Москва : Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Минздрава России, 2017. 295 с.
7. Рабочая группа по лечению артериальной гипертензии Европейского общества кардиологов (ЕОК, ESC) и Европейского общества по артериальной гипертензии (ЕОАГ, ESH). 2018 ЕОК/ЕОАГ. Рекомендации по лечению больных с артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23. № 12. С. 143–228. doi: 10.15829/1560-4071-2018-12-143-228
8. Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» (ред. от 05.03.2020). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162553/942772dce30cfa36b671bcf19ca928e4d698a928/ Дата обращения: 02.05.2023.
9. Гудков А.Б., Лукманова Н.Б., Раменская Е.Б. Человек в приполярном регионе Европейского Севера: эколого-физиологические аспекты. Архангельск : САФУ, 2013. 184 с.

10. Тарханов С.Н., Прожерина Н.А., Коновалов В.Н. Лесные экосистемы бассейна Северной Двины в условиях атмосферного загрязнения. Диагностика состояния. Екатеринбург : Уральское отделение РАН, 2004. 334 с.
11. Хаснулин В.И. Здоровье человека и космогеофизические факторы Севера // Экология человека. 2013. Т. 20. № 12. С. 3–13. doi: 10.17816/humeco17277
12. Cook S., Malyutina S., Kudryavtsev A.V., et al. Know Your Heart: Rationale, design and conduct of a cross-sectional study of cardiovascular structure, function and risk factors in 4500 men and women aged 35–69 years from two Russian cities, 2015–18 [version 2; referees: 3 approved] // Wellcome Open Research. 2018. Vol. 3. P. 67. doi: 10.12688/wellcomeopenres.14619.2
13. McDonald H., Borinskaya S., Kiryanov N., et al. Comparative performance of biomarkers of alcohol consumption in a population sample of working-aged men in Russia: the Izhevsk Family Study // Addiction. 2013. Vol. 108. N 9. P.1579–1589. doi: 10.1111/add.12251
14. rp5.ru. Расписание погоды [интернет]. Погода в Архангельске, 2004–2023. [дата обращения: 09.03.2019]. Доступно по ссылке: https://rp5.ru/Погода_в_Архангельске,_Архангельская_область
15. Грищенко И.В. Климат Архангельской области. Архангельск : КИРА, 2021. 228 с.
16. Смирнова М.И., Горбунов В.М., Волков Д.А., и др. Сезонные изменения гемодинамических параметров у больных с контролируемой артериальной гипертензией и высоким нормальным артериальным давлением в двух регионах Российской Федерации с различными климатическими характеристиками. Часть 3. Основные результаты // Профилактическая медицина. 2015. Т. 18. № 6. С. 78–86. doi: 10.17116/profmed201518678-86
17. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И. и др. Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей Новосибирска // Экология человека. 2015. Т. 22. № 7. С. 3–8. doi: 10.17816/humeco16993
18. Кузьменко Н.В., Цырлин В.А., Плисс М.Г., Галагудза М.М. Сезонные колебания артериального давления и частоты сердечных сокращений у здоровых людей: мета-анализ панельных исследований // Физиология человека. 2022. Т. 48. № 3. С. 90–106. doi: 10.31857/S0131164622030109
19. Zheng S., Wang M.Z., Cheng Z.Y., et al. Effects of Outdoor Temperature on Blood Pressure in a Prospective Cohort of Northwest China // Biomedical and Environmental Sciences. 2021. Vol. 34. N 2. P. 89–100. doi: 10.3967/bes2021.014
20. Goyal A., Narang K., Ahluwalia G., et al. Seasonal variation in 24 h blood pressure profile in healthy adults- A prospective observational study // Journal of Human Hypertension. 2019. Vol. 33. P. 626–633. doi: 10.1038/s41371-019-0173-3
21. Alépovitch A., Lacombe J.-M., Hanon O., et al. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study // Archives of Internal Medicine. 2009. Vol. 169. N 1. P. 75–80. doi: 10.1001/archinternmed.2008.512
22. Huang C.C., Chen Y.H., Hung C.S., et al. Assessment of the Relationship Between Ambient Temperature and Home Blood Pressure in Patients from a Web-Based Synchronous Telehealth Care Program: Retrospective Study // Journal of Medical Internet Research. 2019. Vol. 21. N 3. P. e12369. doi: 10.2196/12369
23. Madsen C., Nafstad P. Associations between environmental exposure and blood pressure among participants in the Oslo Health Study (HUBRO) // European Journal of Epidemiology. 2006. Vol. 21. N 7. P. 485–491. doi: 10.1007/s10654-006-9025-x
24. Jehn M., Appel L.J., Sacks F.M., et al. The effect of ambient temperature and barometric pressure on ambulatory blood pressure variability // American Journal of Hypertension. 2002. Vol. 15. N 11. P. 941–945. doi: 10.1016/s0895-7061(02)02999-0

REFERENCES

1. Prüss-Üstün A, Wolf J, Corvalán C, et al. *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. Geneva: World Health Organization; 2016. 147 p.
2. NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957–980. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01330-1
3. kamgov.ru [Internet]. Doklad o sostoyanii zdorov'ya naseleniya i organizatsii zdavookhraneniya v Kamchatskom krae po itogam deyatel'nosti za 2016 god [cited 2023 January 26]. Available from: <https://www.kamgov.ru/files/58e56c98bf8cd0.44276495.doc> (In Russ).
4. kamgov.ru [Internet]. Doklad o sostoyanii zdorov'ya naseleniya i organizatsii zdavookhraneniya v Kamchatskom krae po itogam deyatel'nosti za 2018 god [cited 2023 January 26]. Available from: <https://www.kamgov.ru/files/5e265e4dbde316.74308869.doc> (In Russ).
5. Kasatov AV, Stepnov SM. Analysis of long-term dynamics of circulatory system morbidity in population of Perm and Perm Krai. *Perm Medical Journal*. 2019;36(2):75–80. doi: 10.17816/pmj36275-80
6. Leonov SA, Golubev NA, Zaychenko NM. *Sbornik statisticheskikh materialov po boleznyam sistemy krovoobrashcheniya*. Moscow: Russian Research Institute of Health; 2017. 295 p. (In Russ).
7. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). 2018 ESC/ESH. Guidelines for the management of arterial hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;23(12):143–228. doi: 10.15829/1560-4071-2018-12-143-228
8. Decree of the President of Russian Federation N 296 of May 02, 2014 "O sukhoputnykh territoriyakh Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii" Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162553/942772dce30cfa36b671bcf19ca928e4d698a928/ (In Russ)
9. Gudkov AB, Lukmanova NB, Ramenskaya EB. *Chelovek v pripolyarnom regione Evropeiskogo Severa: ekologo-fiziologicheskie aspekty*. Arkhangel'sk: NARFU; 2013. (In Russ).

10. Tarkhanov SN, Prozherina NA, Kononov VN. *Lesnye ekosistemy basseina Severnoi Dviny v usloviyakh atmosfernogo zagryazneniya: diagnostika sostoyaniya*. Ekaterinburg: Ural Branch of RAS; 2004. 334 p.
11. Hasnulin VI. Human health and cosmogeophysical north factors. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2013;20(12):3–13. doi: 10.17816/humeco17277
12. Cook S, Malyutina S, Kudryavtsev AV, et al. Know Your Heart: Rationale, design and conduct of a cross-sectional study of cardiovascular structure, function and risk factors in 4500 men and women aged 35–69 years from two Russian cities, 2015–18 [version 2; referees: 3 approved]. *Wellcome Open Research*. 2018;3:67. doi: 10.12688/wellcomeopenres.14619.2
13. McDonald H, Borinskaya S, Kiryanov N, et al. Comparative performance of biomarkers of alcohol consumption in a population sample of working-aged men in Russia: the Izhevsk Family Study. *Addiction*. 2013;108(9):1579–1589. doi: 10.1111/add.12251
14. rp5.ru. Reliable prognosis [Internet]. Weather in Arkhangelsk, 2004–2023 [cited 2019 March 09]. Available from: https://rp5.ru/Погода_в_Архангельске,_Архангельская_область
15. Grishchenko IV. *Klimat Arkhangel'skoi oblasti*. Arkhangel'sk: KIRA; 2021. 228 p. (In Russ).
16. Smirnova MI, Gorbunov VM, Volkov DA, et al. Seasonal hemodynamic changes in patients with controlled hypertension and in those with high normal blood pressure in two Russian Federation regions with different climatic characteristics. Part 3. Main results of a survey of 1630 patients. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2015;18(6):78–86. (In Russ). doi: 10.17116/profmed201518678-86
17. Hasnulin VI, Gafarov VV, Voevoda MI, et al. Influence of meteorological factors in different seasons on incidence of hypertensive disease complications in Novosibirsk residents. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2015;22(7):3–8. doi: 10.17816/humeco16993
18. Kuzmenko NV, Tsyrlin VA, Pliss MG, Galagudza MM. Seasonal fluctuations of blood pressure and heart rate in healthy people: a meta-analysis of panel studies. *Human Physiology*. 2022;48(3):313–327. doi: 10.31857/S0131164622030109
19. Zheng S, Wang MZ, Cheng ZY, et al. Effects of Outdoor Temperature on Blood Pressure in a Prospective Cohort of Northwest China. *Biomedical and Environmental Sciences*. 2021;34(2):89–100. doi: 10.3967/bes2021.014
20. Goyal A, Narang K, Ahluwalia G, et al. Seasonal variation in 24 h blood pressure profile in healthy adults– A prospective observational study. *Journal of Human Hypertension*. 2019;33:626–633. doi: 10.1038/s41371-019-0173-3
21. Alépovitch A, Lacombe JM, Hanon O, et al. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study. *Archives of Internal Medicine*. 2009;169(1):75–80. doi: 10.1001/archinternmed.2008.512
22. Huang CC, Chen YH, Hung CS, et al. Assessment of the Relationship Between Ambient Temperature and Home Blood Pressure in Patients from a Web-Based Synchronous Telehealth Care Program: Retrospective Study. *Journal of Medical Internet Research*. 2019;21(3):e12369. doi: 10.2196/12369
23. Madsen C, Nafstad P. Associations between environmental exposure and blood pressure among participants in the Oslo Health Study (HUBRO). *European Journal of Epidemiology*. 2006;21(7):485–491. doi: 10.1007/s10654-006-9025-x
24. Jehn M, Appel LJ, Sacks FM, et al. The effect of ambient temperature and barometric pressure on ambulatory blood pressure variability. *American Journal of Hypertension*. 2002;15(11):941–945. doi: 10.1016/s0895-7061(02)02999-0

ОБ АВТОРАХ

* Растокина Татьяна Николаевна;

адрес: Россия, 163000, Архангельск, пр. Троицкий, 51
ORCID: 0000-0002-8074-9075;
eLibrary SPIN: 4252-3980;
e-mail: dr.sokurenkotatiana@gmail.com

Кудрявцев Александр Валерьевич, PhD;

ORCID: 0000-0001-8902-8947;
eLibrary SPIN: 9296-2930;
e-mail: ispha09@gmail.com

Унгуряну Татьяна Николаевна, д.м.н.; PhD;

ORCID: 0000-0001-8936-7324;
eLibrary SPIN: 7358-1674;
e-mail: unguryanu_tn@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Tatiana N. Rastokina;

address: 51 Troitsky avenue, 163000, Arkhangelsk, Russia
ORCID: 0000-0002-8074-9075;
eLibrary SPIN: 4252-3980;
e-mail: dr.sokurenkotatiana@gmail.com

Alexander V. Kudryavtsev, PhD;

ORCID: 0000-0001-8902-8947;
eLibrary SPIN: 9296-2930;
e-mail: ispha09@gmail.com

Tatiana N. Unguryanu, Dr. Sci. (Med.), PhD;

ORCID: 0000-0001-8936-7324;
eLibrary SPIN: 7358-1674;
e-mail: unguryanu_tn@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456493>

Аллельные варианты генов фолатного обмена у студентов, обучающихся в арктическом регионе России

А.С. Воронцова¹, Н.А. Воробьева¹, А.И. Воробьева¹, Е.Ю. Мельничук^{1, 2}¹ Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Российская Федерация;² Первая городская больница им. Е.Е. Воловского, Архангельск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Основной причиной нарушения фолатного обмена является полиморфизм генов, ответственных за метаболизм фолатов и гомоцистеина. Известно, что нарушение фолатного обмена приводит к развитию состояния гипергомоцистеинемии и, как следствие, возникновению эндотелиальной дисфункции и неблагоприятных сосудистых событий (инфаркты, инсульты, тромбозы). Доказано, что развитию эндотелиальной дисфункции также способствует пребывание в дискомфортных природно-климатических условиях Европейского Севера. В связи с этим представляется важным изучение аллельных вариантов генов, ответственных за фолатный цикл у различных этносов, проживающих в условиях приарктической зоны России.

Цель. Анализ распространённости аллельных вариантов генов фолатного обмена у различных этносов — русских и индийцев, проживающих в арктическом регионе России.

Методы. Поперечное исследование выполнено на выборке этнических индийцев, обучающихся на международном факультете врача общей практики Северного государственного медицинского университета и проживающих на территории города Архангельска, и русских — уроженцев Архангельской области. В исследование включено 312 человек, из них 117 этнических индийцев и 195 русских. Проведено анкетирование обследуемых и молекулярно-генетическое исследование нуклеотидной последовательности в генах, участвующих в обмене фолатов, методом ПЦР в режиме реального времени. Сформированы две группы: группа русского этноса и группа индийского этноса. Проведено сравнение группы этнических индийцев с русскими по четырём вариантам нуклеотидной последовательности в генах, участвующих в обмене фолатов.

Результаты. Получены статистически значимые различия по частоте распространения аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133) ($p=0,001$). В группе русских частота встречаемости аллеля Т составила 26,3%, в группе индийцев — 7,7%. По распространению остальных полиморфных вариантов генов фолатного цикла статистически значимых различий в группах не выявлено. Установлено, что мутантный аллель G является наиболее распространённым вариантом полиморфизма rs1801394 гена *MTRR* в изучаемых нами группах.

Заключение. У русских участников по сравнению с этническими индийцами более распространено носительство неблагоприятного аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133), что может говорить о повышенном риске нарушения фолатного обмена среди местного населения.

Ключевые слова: фолатный обмен; аллельные варианты; гены; этносы; Арктика; Индия.

Как цитировать:

Воронцова А.С., Воробьева Н.А., Воробьева А.И., Мельничук Е.Ю. Аллельные варианты генов фолатного обмена у студентов, обучающихся в арктическом регионе России // Экология человека. 2023. Т. 30, № 6. С. 429–438. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456493>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456493>

Allelic variants of folate metabolism genes among students in Arctic Russia

Alexandra S. Vorontsova¹, Nadezda A. Vorobyeva¹, Alyona I. Vorobyeva¹, Elizaveta Y. Melnichuk^{1, 2}

¹ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation;

² First City Hospital named after E.E. Volosevich, Arkhangelsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The primary cause of folate metabolism disruption lies in the allelic variants of the genes responsible for its functioning. This disruption results in hyperhomocysteinemia, which may lead to the development of endothelial dysfunction resulting in adverse vascular events such as heart attacks, strokes, and thrombosis. Furthermore, it has been established that the climatic conditions of the European North of Russia may contribute to the development of endothelial dysfunction warranting further research on the allelic variants of genes regulating folate cycle metabolic pathway among different ethnic groups residing in the European part of Arctic Russia.

AIM: To assess the prevalence of allelic variants of folate metabolism genes in Russian and Indian students living in the Arctic region of Russia.

METHODS: A cross-sectional study was performed on a sample of ethnic Indians, students at the Faculty of General Practitioner of the Northern State Medical University, living in Arkhangelsk and ethnic Russians who were born in Arkhangelsk region. The study included 117 ethnic Indians and 195 Russian participants. A survey of participants and a molecular genetic study of the nucleotide sequence in the genes involved in the exchange of folate by real-time PCR were carried out. A group of ethnic Indians was compared with Russians according to 4 variants of the nucleotide sequence in the genes involved in folate metabolism.

RESULTS: Statistically significant differences were observed in the frequency distribution of the T allele of the *MTHFR* gene polymorphism (rs1801133) ($p=0.001$). Among Russians, the occurrence of the T allele was found to be 26.3%, whereas among Indians, it was only 7.7%. At the same time, no statistically significant differences were found in the distribution of other polymorphic variants of the folate cycle genes between the groups. The mutant allele G of the *MTRR* gene polymorphism (rs1801394) was the most frequently occurring polymorphism among the participants.

CONCLUSION: Greater prevalence of the unfavorable allele T of the *MTHFR* gene (rs1801133) compared to the group of ethnic Indians may suggest an elevated susceptibility to folate metabolism disorders in the Russian population.

Keywords: folate metabolism; allelic variants of folate cycle genes; Arctic; India.

To cite this article:

Vorontsova AS, Vorobyeva NA, Vorobyeva AI, Melnichuk EYu. Allelic variants of folate metabolism genes among students in Arctic Russia. *Ekologiya cheloveka* (Human Ecology). 2023;30(6):429–438. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco456493>

Received: 08.07.2022

Accepted: 29.06.2023

Published online: 11.09.2023

ВВЕДЕНИЕ

Фолатный обмен является важным физиологическим процессом поддержания гомеостаза и представляет собой сложный каскадный процесс реметилирования гомоцистеина в метионин с участием ферментов и витаминов группы В (фолиевой кислоты и кобаламина) [1]. К ферментам фолатного цикла относятся тетрагидрофолатредуктаза (MTHFR), метионинсинтаза (MTR) и метионинсинтаза редуктаза (MTRR) [2]. Известно, что нарушение фолатного обмена приводит к накоплению гомоцистеина в плазме крови и, как следствие, — к развитию патологического состояния гипергомоцистеинемии [3, 4]. Гомоцистеин — аминокислота, которая содержит серу, не принимает участия в синтезе белков, обладает выраженной цитотоксичностью и является промежуточным продуктом метаболизма между метионином и цистеином [5, 6]. Известно, что состояние гипергомоцистеинемии, возникшее в результате нарушения фолатного обмена, играет важную роль в формировании эндотелиальной дисфункции, которая в свою очередь является триггером развития неблагоприятных сосудистых событий [7, 8]. Одним из определяющих факторов, приводящих к нарушению обмена фолатов, являются аллельные варианты генов, детерминирующих состояние фолатного цикла [2, 9].

Ранее было показано, что в сочетании с немодифицирующими генетическими факторами риска предикторами развития заболеваний сердечно-сосудистой системы выступают и внешние факторы, один из которых — пребывание человека в северных широтах, характеризующихся крайне дискомфортными природно-климатическими условиями [10–12]. В связи с этим изучение фенотипических и генотипических основ регуляции фолатного обмена у различных этнических групп, временно или постоянно проживающих в условиях арктического региона РФ, актуально как для фундаментальной, так и клинической медицины.

Цель исследования. Анализ распространённости аллельных вариантов генов фолатного обмена у русских и индийских студентов, обучающихся в арктическом регионе России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено одномоментное исследование на выборке этнических индийцев, обучающихся на международном факультете врача общей практики ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» (СГМУ) и проживающих на территории города Архангельска, и русских — уроженцев Архангельской области, студентов различных факультетов СГМУ. Исследование выполнено на базах кафедры клинической фармакологии и фармакотерапии СГМУ и лаборатории ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич» (Архангельск).

Критерии включения в исследование: здоровые добровольцы обоих полов в возрасте от 18 до 44 лет; этнические индийцы и этнические русские по самоидентификации субъектов и их родителей (третье поколение включительно как со стороны матери, так и со стороны отца); письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Критерием исключения служил отказ от участия на любой стадии исследования.

В эпидемиологическое исследование включено 312 студентов, из них 117 этнических индийцев и 195 русских участников. Проведено анкетирование участников и лабораторное молекулярно-генетическое исследование генов, детерминирующих состояние фолатного обмена, методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 01/02-23 от 15.02.2023).

Генотипирование однонуклеотидных полиморфных аллельных вариантов генов фолатного цикла выполнено методом ПЦР в режиме реального времени с использованием реагентов «РеалБест-Генетика Гемостаз (12)» (АО «Вектор-Бест», Россия) на базе лаборатории Первой городской клинической больницы им. Е.Е. Волосевич г. Архангельска. Проведено исследование полиморфных вариантов генов фолатного обмена: *MTHFR* 677 C>T (rs1801133), *MTHFR* 1298 A>C (rs1801131), *MTR* 2756 A>G (rs1805087), *MTRR* 66 A>G (rs1801394).

Статистическую обработку данных, полученных в ходе исследования, проводили 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 (p) менее 0,05. Для описания полученных данных, распределение которых не отличалось от распределения Гаусса, использовали среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (σ) в формате $M \pm \sigma$. Данные, распределение которых отличалось от распределения Гаусса, представлены в виде медианы (Me), первого ($Q1$) и третьего ($Q3$) квартилей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследовании приняло участие 312 студентов, из них 117 индийских и 195 русских участников. По половой принадлежности в выборке индийцев участники распределились следующим образом: доля женщин составила 38,5% ($n=45$), мужчин — 61,5% ($n=72$). Возраст индийских участников — $Me=21$ [20; 24]. Выборка этнических русских состояла из 152 женщин и 43 мужчин, возраст обследуемых — $Me=22$ [22; 24]. В ходе исследования участников разделили на две группы: группа русского этноса и группа индийского этноса. Исходя из цели исследования проведён анализ распространения генетических

маркёров, детерминирующих фолатный обмен (табл. 1, 2). Расчёт частоты аллельных вариантов генов рассчитывали по формуле Харди–Вайнберга [13].

По результатам проведённого анализа выявлено, что частота встречаемости аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133) в группе этнических индийцев составляла 7,7% (гетерозиготное носительство полиморфного аллельного варианта зарегистрировано в 15,0%), при этом гомозиготное носительство в исследуемой группе не наблюдалось. Частота встречаемости альтернативного (полиморфного) аллеля гена *MTHFR* (rs1801131) составила 36,3% (гетерозиготное и гомозиготное носительство минорных аллельных вариантов — 49,0 и 12,0% соответственно). Распространение аллеля G гена метионинсинтазы (rs1805087) в выборке составило 29,1%, удельный вес гетерозиготного варианта — 41,0%, гомозиготного — 9,0%. Альтернативный аллель G гена *MTRR* (rs1801394) встречался с частотой

54,7%, при этом 48,0% индийских студентов являлись носителями гетерозиготного и 31,0% — гомозиготного генотипа.

В группе русских студентов носительство вариантного аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133) составило 26,3% (гомозиготный вариант по аллелю Т отмечен у 7,0% лиц, а гетерозиготный — у 38%). Среди русских, так же, как и в выборке индийцев, самым распространённым явился аллельный вариант гена *MTRR* 66 (rs1801394): частота аллеля G в группе составила 53,68%, гомозиготные носители вариантного аллеля G — 30%, а гетерозиготные — 48%.

Следующим этапом исследования стал сравнительный анализ частот распространения аллельных вариантов генов фолатного обмена в двух исследуемых группах. Получены статистически значимые различия по частоте распространения аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133), $p=0,001$.

Таблица 1. Распределение аллельных вариантов генов фолатного обмена в группе этнических индийцев ($n=117$)

Table 1. Distribution of the allelic variants of folate metabolism genes in the group of ethnic Indians ($n=117$)

Исследуемый ген Gene	Аллельный вариант Allele	Частота генотипа, % (n) Genotype frequency, % (n)	95% ДИ 95% CI	Частота аллеля, % Allele frequency, %	χ^2 при расчёте равновесия Харди–Вайнберга χ^2 when calculating the Hardy–Weinberg equilibrium
<i>MTHFR</i> 677 C>T rs1801133	CC	85 (99)	77–90	C=92,3	0,8125
	CT	15 (18)	10–23	T=7,7	
	TT	0 (0)	0		
<i>MTHFR</i> 1298 A>C rs1801131	AA	39 (46)	31–48	A=63,8	0,3304
	AC	49 (57)	40–58	C=36,3	
	CC	12 (14)	7–19		
<i>MTR</i> 2756 A>G rs1805087	AA	50 (59)	42–59	A=70,9	0,0029
	AG	41 (48)	33–50	G=29,1	
	GG	9 (10)	5–15		
<i>MTRR</i> 66 A>G rs1801394	AA	21 (25)	15–30	A=45,3	0,1368
	AG	48 (56)	39–57	G=54,7	
	GG	31 (36)	23–40		

Таблица 2. Распределение аллельных вариантов генов фолатного обмена в группе этнических русских, $n=195$

Table 2. Distribution of the allelic variants of folate metabolism genes in the group of ethnic Russians, $n=195$

Исследуемый ген Gene	Аллельный вариант Allele	Частота генотипа, % Genotype frequency, % (n)	95% ДИ 95% CI	Частота аллеля, % Allele frequency, %	χ^2 при расчёте равновесия Харди–Вайнберга χ^2 when calculating the Hardy–Weinberg equilibrium
<i>MTHFR</i> 677 C>T rs1801133	CC	55 ($n=107$)	44,74–64,37	C=73,7	0,0496
	CT	38 ($n=74$)	28,79–47,94	T=26,3	
	TT	7 ($n=14$)	3,62–14,44		
<i>MTHFR</i> 1298 A>C rs1801131	AA	35 ($n=68$)	25,93–44,74	A=61,6	1,7193
	AC	54 ($n=105$)	43,71–63,37	C=38,4	
	CC	12 ($n=22$)	6,59–19,56		
<i>MTR</i> 2756 A>G rs1805087	AA	61 ($n=119$)	51,0–70,25	A=77,9	0,0455
	AG	34 ($n=66$)	24,98–43,66	G=22,1	
	GG	5 ($n=10$)	2,27–11,73		
<i>MTRR</i> 66 A>G rs1801394	AA	22 ($n=43$)	14,94–31,44	A=46,3	0,0657
	AG	48 ($n=94$)	38,63–58,33	G=53,7	
	GG	30 ($n=58$)	21,25–39,29		

Так, в группе русских студентов частота встречаемости аллеля Т составила 26,3%, в группе индийцев — 7,7%. По распространению остальных полиморфных вариантов генов фолатного цикла (rs1801131, rs1805087, rs1801394) статистически значимых различий в группах не выявлено.

Сравнительный анализ распространения вариантных аллелей в изучаемых генах *MTHFR* (rs1801133, rs1801131), *MTR* (rs1805087), *MTRR* (rs1801394) в различных этнических группах, по данным нашего и других исследований, представлен в табл. 3–5 [14–17].

Сравнение частоты минорного аллеля G гена *MTRR* (rs1801394) демонстрирует статистически значимые отличия в популяциях Африки и Восточной Азии и в исследуемых нами группах ($p < 0,001$) (табл. 6).

Полученные результаты сравнительного анализа распространённости альтернативного аллельного варианта гена *MTHFR* (rs1801133) показали статистически значимые различия между этническими индийцами,

принимающими участие в нашем исследовании, и представителями европейской и восточноазиатской популяций ($p < 0,001$). Статистически значимых различий с африканской популяцией и популяцией Южной Азии не выявлено (следует отметить, что в популяционный состав Южной Азии в том числе входят и этнические индийцы). В группе русских участников статистически значимые различия по данному аллельному варианту выявлены только с африканской популяцией ($p = 0,017$) (см. табл. 3).

Парное сравнение выборки этнических индийских и русских студентов СГМУ с другими этносами по частоте полиморфного аллеля C гена *MTHFR* (rs1801131) выявило статистически значимые различия с африканской и восточноазиатской популяциями (для выборки индийцев $p < 0,001$ и $p = 0,03$ соответственно и для выборки русских студентов $p = 0,001$ и $p = 0,013$ соответственно) (см. табл. 4).

При сравнении частоты встречаемости аллеля G гена *MTR* (rs1805087) в изучаемых выборках с некоторыми

Таблица 3. Сравнение частот аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133) в некоторых популяциях мира [14] с исследуемыми этническими группами студентов

Table 3. Comparison of the frequencies of the T allele of the *MTHFR* gene (rs1801133) in [14] with the studied ethnic groups of students

Популяции мира World populations	Группа этнических индийцев (n=117) аллель Т=7,7% Ethnic Indian group (n=117) allele T=7.7%		Группа этнических русских (n=195) аллель Т=26,3% Ethnic Russian group (n=195) allele T=26.3%	
	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2
Популяция Южной Азии (n=5226), аллель Т=16,7% South Asian population (n=5226), T allele=16.7%	0,083	3,456	0,138	2,111
Популяция Восточной Азии (n=3184), аллель Т=38,6% East Asian population (n=3184), T allele=38.6%	<0,001	13,125	0,088	3,51
Европейская популяция (n=322 326), аллель Т=34,9% European population (n=322,326), T allele=34.9%	<0,001	12,324	0,244	1,987
Африканская популяция (n=11 720), аллель Т=12,1% African population (n=11,720), T allele=12.1%	0,42	0,64799	0,017	10,06

Таблица 4. Сравнение частот аллеля С гена *MTHFR* (rs1801131) в некоторых популяциях мира [15] с исследуемыми этническими группами студентов

Table 4. Comparison of frequencies of allele C of the *MTHFR* gene (rs1801131) in some populations of the world [15] with the studied ethnic groups of students

Популяции мира World populations	Группа этнических индийцев (n=117) аллель Т=36,3% Ethnic Indian group (n=117) allele T=36.3%		Группа этнических русских (n=195) аллель Т=38,4% Group of ethnic Russians (n=195) allele T=38.4%	
	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2
Популяция Южной Азии (n=5058), аллель С=41,0% South Asian population (n=5058), C allele=41.0%	0,55	0,495	0,819	0,124
Популяция Восточной Азии (n=676), аллель С=21,4% East Asian population (n=676), C allele=21.4%	0,03	7,851	0,013	10,561
Европейская популяция (n=211 780), аллель С=31,3% European population (n=211,780), C allele=31.3%	0,58	0,511	0,363	0,987
Африканская популяция (n=11 466), аллель С=16,9% African population (n=11,466), C allele=16.9%	<0,001	12,786	0,001	11,675

Таблица 5. Сравнение частот аллеля G гена *MTR* (rs1805087) в некоторых популяциях мира [16] с исследуемыми этническими группами студентов

Table 5. Comparison of the frequencies of the G allele of the *MTR* gene (rs1805087) in some populations of the world [16] with the studied ethnic groups of students

Популяции мира World populations	Группа этнических индийцев (<i>n</i> =117) аллель T=29,1% Ethnic Indian group (<i>n</i> =117) allele T=29.1%		Группа этнических русских (<i>n</i> =195) аллель T=22,1% Ethnic Russian group (<i>n</i> =195) allele T=22.1%	
	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2
Популяция Южной Азии (<i>n</i> =5238), аллель G=30,3% South Asian population (<i>n</i> =5238), allele G=30.3%	0,98	0,092	0,25	0,721
Популяция Восточной Азии (<i>n</i> =5012), аллель G=10,8% East Asian population (<i>n</i> =5012), allele G=10.8%	<0,001	13,213	0,05	8,112
Европейская популяция (<i>n</i> =325 792), аллель G=18,9% European population (<i>n</i> =325,792), allele G=18.9%	0,127	2,927	0,70	0,323
Африканская популяция (<i>n</i> =12 396), аллель G=26,6% African population (<i>n</i> =12,396), allele G=26.6%	0,813	0,121	0,57	0,501

Таблица 6. Сравнение частот аллеля G гена *MTRR* (rs1801394) в некоторых популяциях мира [17] с исследуемыми этническими группами студентов

Table 6. Comparison of the frequencies of the G allele of the *MTRR* gene (rs1801394) in some populations of the world [17] with the studied ethnic groups of students

Популяции мира World populations	Группа этнических индийцев (<i>n</i> =117) аллель T=54,7% Ethnic Indian group (<i>n</i> =117) allele T=54.7%		Группа этнических русских (<i>n</i> =195) аллель T=53,7% Ethnic Russian group (<i>n</i> =195) allele T=53.7%	
	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2
Популяция Южной Азии (<i>n</i> =368), аллель G=50,5% South Asian population (<i>n</i> =368), allele G=50.5%	0,65	0,401	0,76	0,320
Популяция Восточной Азии (<i>n</i> =4898), аллель G=27,3% East Asian population (<i>n</i> =4898), allele G=27.3%	<0,001	12,487	<0,001	13,390
Европейская популяция (<i>n</i> =254 192), аллель G=54,3% European population (<i>n</i> =254,192), allele G=54.3%	0,9	0,089	1	0,07
Африканская популяция (<i>n</i> =10 132), аллель G=29,2% African population (<i>n</i> =10,132), allele G=29.2%	<0,001	14,001	<0,001	12,983

популяциями мира выявлено статистически значимое различие группы индийских студентов с популяцией южной Азии ($p < 0,001$). В группе русских студентов с представленными к сравнению популяциями статистически значимых различий нет (см. табл. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что на фенотипические проявления фолатного обмена влияет аллельный вариант генов, кодирующих ферменты фолатного цикла. Нарушение фолатного обмена неизбежно приводит к повышению уровня гомоцистеина в плазме [7, 18]. По данным отдельных авторов, состояние гипергомоцистеинемии является независимым и значимым фактором риска развития неблагоприятных сосудистых событий [19]. К развитию данного состояния кроме немодифицируемых факторов,

таких как наличие полиморфных аллельных вариантов генов, кодирующих ферменты фолатного обмена, могут привести и модифицируемые факторы риска, к которым относятся диета с низким содержанием фолатов, табакокурение, злоупотребление алкоголем и чрезмерное употребление кофе [20, 21]. Доказано, что уровень гомоцистеина у любителей кофе выше на 2–3 мкмоль/л, чем у непьющих кофе людей [22]. Чрезмерное употребление кофе (более 6 чашек в день) рассматривается как фактор риска развития гомоцистеинемии, так как кофеин способен ингибировать фермент метионинсинтазу. Известно блокирующее воздействие этанола на метионинсинтазу и витамин B6, при котором нарушается функционирование переносчиков фолатов из кишечника в клетки. Установлено, что у лиц, страдающих алкоголизмом, уровень гомоцистеина в крови в два раза выше, чем у здоровых людей. Обнаружено, что цианиды, содержащиеся

в табачном дыме, снижают уровень витаминов В12 и В6 в сыворотке крови. В ряде исследований продемонстрировано, что уровень гомоцистеина в плазме крови и слюне у курящих выше, чем у некурящих, а концентрация гомоцистеина зависит от количества выкуренных сигарет в день. Доказано, что каждая выкуренная сигарета повышает уровень гомоцистеина на 0,5% у мужчин и на 1% у женщин [21, 23, 24].

В нашем исследовании проведено сравнение проживающих в условиях Европейского Севера этнических индийцев и русских по четырём вариантам нуклеотидной последовательности в генах, участвующих в обмене фолатов. Показано, что 7,0% участников из группы русских студентов являлись гомозиготными носителями аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133). Вместе с тем среди индийских студентов гомозиготных носителей данного аллельного варианта не отмечено. Полиморфный аллель Т статистически значимо чаще встречался в группе русских по сравнению с группой этнических индийцев. Известно, что ген *MTHFR* кодирует активность фермента метилентетрагидрофолатредуктазы, функция которого заключается в преобразовании неактивной формы фолиевой кислоты в активный метаболит 5-метилтетрагидрофолат. Ранее было показано, что у гомозиготных носителей неблагоприятного аллельного варианта rs1801133 функциональная активность данного фермента снижается на 70%, а у гетерозиготных носителей — на 30% [25, 26]. Во многих исследованиях установлена взаимосвязь между гомозиготным вариантом носительства аллеля Т данного варианта с повышенным уровнем гомоцистеина и различными патологическими состояниями, в первую очередь такими, как ишемический инсульт, тромбоз эмболия лёгочной артерии [3, 26, 27].

Следующий изученный нами аллельный вариант гена *MTHFR* (rs1801131) был широко представлен в группах русских и индийских участников: носительство полиморфного аллеля С в группе русских и индийцев составило 38,4 и 36,3% соответственно. Ранее было выявлено, что у гомозиготных носителей неблагоприятного аллеля С активность данного фермента снижена на 40%, что негативно влияет на метаболизм фолатов [28].

Частота носительства минорного аллельного варианта гена *MTR* (rs1805087) в изучаемой выборке индийского и русского этноса составила 29,0 и 22,1% соответственно. Известно, что ген *MTR* кодирует фермент метионинсинтазу, ответственную за процесс реметилирования гомоцистеина в метионин, при этом снижение активности данного фермента вследствие аллельного варианта кодирующего его гена приводит к развитию состояния гипергомоцистеинемии, что в свою очередь повышает риск развития кардиоваскулярной патологии и возникновения врождённых пороков развития плода [29].

Наиболее распространённым как в изучаемых нами группах, так и в популяциях Южной Азии и Европы является аллельный вариант гена *MTRR* (rs1801394). Ген *MTRR*

кодирует физиологическую активность фермента метионинсинтазы редуктазы, при участии которого происходит восстановление активности фермента метионинсинтазы [30]. Показано, что у носителей полиморфного аллеля G обнаруживается повышенный уровень гомоцистеина в плазме крови [31, 32]. В нашем исследовании носительство аллеля G регистрировалось более чем у половины участников в обеих группах студентов.

В целом полученные нами данные по распространению генетических предикторов состояния фолатного цикла в группах этнических русских и индийцев соотносятся с результатами других зарубежных и отечественных исследований [30, 33].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение генов фолатного обмена представляется нам крайне важным, так как нарушение физиологии обмена фолатов значимо повышает риск развития сердечно-сосудистых и других заболеваний. Так, в нашем исследовании в группе русских студентов по сравнению с группой этнических индийцев более распространено носительство неблагоприятного аллеля Т гена *MTHFR* (rs1801133), что является предиктором нарушения фолатного обмена и развития состояния гипергомоцистеинемии в группе русских участников.

Кроме того, наличие неблагоприятных аллельных вариантов генов фолатного обмена в сочетании с поведенческими факторами, такими как табакокурение, алиментарный дефицит фолатов и злоупотребление алкоголем, может существенно повысить риск развития гипергомоцистеинемии и связанных с ней патологических состояний. Знание генетических особенностей фолатного обмена даёт возможность для целенаправленной разработки программ персонализированной нутритивной профилактики, направленной на сохранение здоровья человека в условиях жизнедеятельности в арктической зоне России.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Благодарности. Авторы выражают свою признательность и благодарность за участие в проведении исследования студентам медико-биологического факультета СГМУ Мурашкиной Александре Алексеевне, Македонской Анастасии Николаевне, Цимляковой Кристине Алексеевне.

Вклад авторов. А.С. Воронцова — сбор данных, лабораторные исследования, подготовка первичного варианта рукописи; Н.А. Воробьева — концепция, дизайн исследования, работа над конечным вариантом рукописи; А.И. Воробьева — подготовка первичного варианта рукописи, подготовка списка литературы; Е.Ю. Мельничук — математический анализ данных.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания № НИОТКР 121030300111-9.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ADDITIONAL INFORMATION

Acknowledgments. The authors thank Alexandra A. Murashkina, Anastasia N. Makedonskaya and Kristina A. Tsimlyakova — the students of the medico-biological faculty of the Northern State Medical University — for their assistance in conducting the study.

Authors' contribution. A.S. Vorontsova — data collection, laboratory research, drafting the manuscript; N.A. Vorobyeva — concept, study design, editing the final version of the manuscript; A.I. Vorobyeva — drafting the manuscript, literature review; E.Yu. Melnichuk — data analysis.

Funding sources. This study was financed through the State Assignment mechanism (Project # 121030300111-9).

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пристром А.М. Роль фолатов в сердечно-сосудистой профилактике: современное состояние проблемы // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2020. № 1. С. 62–77.
2. Кушнаренко Н.Н., Мишко М.Ю., Медведев Т.А. Полиморфизм генов фолатного цикла у больных подагрой в популяции русских забайкальского края // Сибирский медицинский журнал (г. Томск). 2020. Т. 35, № 1. С. 142–150. doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-1-142-150
3. Шмелева В.М., Капустин С.И., Блинов М.Н., и др. Роль гипергомоцистеинемии в развитии тромбозомболических осложнений // Медицина экстремальных ситуаций. 2012. № 1. С. 106–117.
4. Clément A., Amar E., Bami C., et al. MTHFR SNPs (methyl tetrahydrofolate reductase, single nucleotide polymorphisms) C677T and A1298C prevalence and serum homocysteine levels in >2100 hypofertile caucasian male patients // Biomolecules. 2022. Vol. 12, N 8. P. 1086. doi: 10.3390/biom12081086
5. Yuan D., Chu J., Lin H., et al. Mechanism of homocysteine-mediated endothelial injury and its consequences for atherosclerosis // Front Cardiovasc Med. 2023. Vol. 9. P. 1109445. doi: 10.3389/fcvm.2022.1109445
6. Zaric B.L., Obradovic M., Bajic V., et al. Homocysteine and hyperhomocysteinemia // Curr Med Chem. 2019. Vol. 26, N 16. P. 2948–2961. doi: 10.2174/0929867325666180313105949
7. Воробьева Н.А., Воробьева А.И., Юрьев Н.А., Неманова С.Б. К вопросу диагностики эндотелиальной дисфункции в условиях расширенного рейса в Арктике // Экология человека. 2018. Т. 25, № 1. С. 53–59.
8. Guéant J.L., Guéant-Rodriguez R.M., Oussalah A., et al. Hyperhomocysteinemia in cardiovascular diseases: revisiting observational studies and clinical trials // Thromb Haemost. 2023. Vol. 123, N 3. P. 270–282. doi: 10.1055/a-1952-1946
9. George A.K., Majumder A., Ice H., et al. Genes and genetics in hyperhomocysteinemia and the “1-carbon metabolism”: implications for retinal structure and eye functions // Can J Physiol Pharmacol. 2020. Vol. 98, N 2. P. 51–60. doi: 10.1139/cjpp-2019-0236
10. Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера. Обзор литературы // Экология человека. 2012. № 1. С. 12–17.
11. Багнетова Е.А., Малюкова Т.И., Болотов С.В. К вопросу об адаптации организма человека к условиям жизни в северном регионе // Успехи современного естествознания. 2021. № 4. С. 111–116. doi: 10.17513/use.37616
12. Говорухина А.А., Мальков О.А., Новоселова А.А. Состояние сосудов как один из вариантов адаптации организма в условиях Севера // Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке». 2016. № 11. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-sosudov-kak-odin-iz-kriteriev-adaptatsii-organizma-v-usloviyah-severa>
13. <https://wpcalc.com/> [интернет]. Equilibrium Hardy–Weinberg [дата обращения: 18.04.2023]. Доступ по ссылке: <https://wpcalc.com/en/equilibrium-hardy-weinberg/>
14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [интернет]. rs1801133 [дата обращения: 18.03.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1801133>
15. <https://www.snpedia.com/> [интернет]. rs1801131 [дата обращения: 18.03.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1801131>
16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [интернет]. rs1805087 [дата обращения: 18.03.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1805087>
17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [интернет]. rs1805087 [дата обращения: 18.03.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1805087>
18. Козиолова Н.А., Чернявина А.И. Взаимосвязь полиморфизма генов с риском развития хронической сердечной недостаточности у больных гипертонической болезнью при высокой приверженности к лечению // Российский кардиологический журнал. 2020. Т. 25, № 3. С. 82–88. doi: 10.15829/1560-4071-2020-3-3708
19. Шмелева В.М., Папаян Л.П., Капустин С.И., и др. Гипергомоцистеинемия — независимый и значимый фактор риска привычного невынашивания беременности в Северо-Западном регионе России // Журнал акушерства и женских болезней. 2011. Т. 60, № 3. С. 169–175.
20. Иванов А.М., Гильманов А.Ж., Малютина Н.Н., и др. Полиморфизм генов фолатного цикла как фактор риска формирования гипергомоцистеинемии // Анализ риска здоровью. 2020. № 4. С. 137–146. doi: 10.21668/health.risk/2020.4.16
21. Лебедева А.Ю., Михайлова К.В. Гипергомоцистеинемия: современный взгляд на проблему // Российский кардиологический журнал. 2006. С. 149–157.
22. Муркамилов И.Т., Айтбаев К.А., Фомин В.В., и др. Гомоцистеин и риск нефроцереброваскулярных заболеваний // The scientific heritage. 2020. № 50. С. 29–35.
23. Фефелова Е.В., Измestьев С.В., Терешков П.П., и др. К патогенезу формирования гомоцистеином дисфункции эндотелия у никотинозависимых лиц // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. № 5. С. 184–188.
24. Фефелова Е.В., Измestьев С.В., Терешков П.П., и др. Содержание цитокинов, циркулирующих эндотелиоцитов и ауто-

- антител к альбумину, модифицированному гомоцистеином, у никотинзависимых лиц // Дальневосточный медицинский журнал. 2014. № 1. С. 22–24.
25. Ларина Т.Н., Супрун С.В. Фолатный цикл: патогенетические механизмы осложнений беременности (литературный обзор) // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2018. № 70. С. 113–120.
26. Huang L.W., Li L.L., Li J., et al. Association of the methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) gene variant C677T with serum homocysteine levels and the severity of ischaemic stroke: a casecontrol study in the southwest of China // J Int Med Res. 2022. Vol. 50, N 2. P. 3000605221081632. doi: 10.1177/03000605221081632
27. Крючкова Н.М., Чернова А.А., Никулина С.Ю., и др. Прогностическая роль полиморфизмов генов MTHFR, FGB, F2 и F5 в развитии тромбоэмболии легочной артерии // CardioСоматика. 2022. Т. 13, № 1. С. 12–16. doi: 10.17816/22217185.2022.1.201526
28. Чуйкин О.С., Топольницкий О.З., Гильманов М.В., и др. Значение определения полиморфных вариантов -1298A>C и -677C>T гена метилентетрагидрофолатредуктазы в прогнозировании врожденной патологии челюстно-лицевой области // Проблемы стоматологии. 2018. Т. 14, № 2. С. 126–130. doi: 10.18481/2077-7566-2018-14-2-126-130
29. Путинцева А.В., Ших Е.В. Влияние различных режимов фолатной поддержки в прегравидарный период на уровень гомоцистеина в зависимости от полиморфизма генов ферментов фолатного цикла // Фармакология & Фармакотерапия. 2022. № 5. С. 80–85. doi: 10.46393/27132129_2022_5_80
30. Крылов М.Ю., Гриднева Г.И., Муравьев Ю.В. Факторы, ассоциированные с полиморфизмом rs1801394 гена редуктазы метионин синтазы у больных ревматоидным артритом // Современная ревматология. 2021. Т. 15, № 3. С. 15–19. doi: 10.14412/1996-70122021-3-15-19
31. Цыганенко О.В., Волкова Л.И., Алашеев А.М. Клинические особенности ишемических инсультов в молодом возрасте при носительстве полиморфизма метионин-синтазы-редуктазы A66G // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2021. Т. 13, № 4. С. 25–29. doi: 10.14412/2074-2711-2021-4-25-29
32. Li D., Zhao Q., Zhang C., et al. Associations of MTRR A66G polymorphism and promoter methylation with ischemic stroke in patients with hyperhomocysteinemia // J Gene Med. 2020. Vol. 22, N 5. P. e3170. doi: 10.1002/jgm.3170
33. Yadav U., Kumar P., Rai V. Distribution of methionine synthase reductase (MTRR) gene A66G polymorphism in Indian population. Indian // J Clin Biochem. 2021. Vol. 36, N 1. P. 23–32. doi: 10.1007/s12291-019-00862-9

REFERENCES

1. Prystrom AM. The role of folate in cardiovascular prophylaxis: current status of the problem. *Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaja praktika i zdorov'e*. 2020;(1):62–77. (In Russ).
2. Kushnarenko NN, Mishko MYu, Medvedev TA. Polymorphism in folate cycle genes in patients with gout in the Russian population of trans-Baikal territory. *The Siberian Medical Journal*. 2020;35(1):142–150. (In Russ). doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-1-142-150
3. Shmeleva VM, Kapustin SI, Blinov MN, et al. The role of hyperhomocysteinemia in development of thromboembolic complications. *Medicine of Extreme Situations*. 2012;(1):106–117. (In Russ).
4. Clément A, Amar E, Brami C, et al. MTHFR SNPs (methyl tetrahydrofolate reductase, single nucleotide polymorphisms) C677T and A1298C prevalence and serum homocysteine levels in >2100 hypofertile caucasian male patients. *Biomolecules*. 2022;12(8):1086. doi: 10.3390/biom12081086
5. Yuan D, Chu J, Lin H, et al. Mechanism of homocysteine-mediated endothelial injury and its consequences for atherosclerosis. *Front Cardiovasc Med*. 2023;9:1109445. doi: 10.3389/fcvm.2022.1109445
6. Zarich BL, Obradovich M, Bajich V, et al. Homocysteine and hyperhomocysteinemia. *Curr Med Chem*. 2019;26(16):2948–2961. doi: 10.2174/0929867325666180313105949
7. Vorobyeva NA, Vorobyeva AI, Yuryev NA, Nemanova SB. To the question of diagnoses of endothelial dysfunction under the conditions of the transported flight in the arctic. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2018;25(1):53–59. (In Russ).
8. Guéant JL, Guéant-Rodriguez RM, Oussalah A, et al. Hyperhomocysteinemia in cardiovascular diseases: revisiting observational studies and clinical trials. *Thromb Haemost*. 2023;123(3):270–282. doi: 10.1055/a-1952-1946
9. George AK, Majumder A, Ice H, et al. Genes and genetics in hyperhomocysteinemia and the "1-carbon metabolism": implications for retinal structure and eye functions. *Can J Physiol Pharmacol*. 2020;98(2):51–60. doi: 10.1139/cjpp-2019-0236
10. Gudkov AB, Popova ON, Lukmanova NB. Ecological-physiological characteristic of northern climatic factors. Literature review. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2012;(1):12–17. (In Russ).
11. Bagnetova EA, Malyukova TI, Bolotov SV. Adapting the human body to living conditions in the northern region. *Advances in Current Natural Sciences*. 2021;(4):111–116. (In Russ). doi: 10.17513/use.37616
12. Govoruhina AA, Mal'kov OA, Novoselova AA. Vascular condition as one of the criteria of adaptation in the North. *Online Scientific Educational Bulletin "Health and Education Millennium"*. 2016;18(11). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-sosudov-kak-odin-iz-kriteriev-adaptatsii-organizma-v-usloviyah-severa> (In Russ).
13. <https://wpcalc.com/> [Internet]. Equilibrium Hardy–Weinberg [cited: 18.04.2023]. Available from: <https://wpcalc.com/en/equilibrium-hardy-weinberg/>
14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [Internet]. rs1801133 [cited: 18.03.2023]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1801133>
15. <https://www.snpedia.com/> [Internet]. rs1801131 [cited: 18.03.2023]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1801131>
16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [Internet]. rs1805087 [cited: 18.03.2023]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1805087>
17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [Internet]. rs1805087 [cited: 18.03.2023]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/rs1805087>

18. Koziolova NA, Chernyavina AI. The relationship of gene polymorphism with the heart failure risk in patients with hypertension and high adherence to treatment. *Russian Journal of Cardiology*. 2020; 25(3):82–87. (In Russ). doi: 10.15829/1560-4071-2020-3-3708
19. Shmeleva VM, Papayan LP, Kapustin SI, et al. Hyperhomocysteinemia is common and independent risk factor for recurrent pregnancy loss in North-Western Russia. *Rossii Journal of Obstetrics and Womens Diseases*. 2011;60(3):169–175. (In Russ).
20. Ivanov AM, Gil'manov AZh, Malyutina NN, et al. Polymorphism of folate cycle genes as a risk factor of hyperhomocysteinemia. *Health Risk Analysis*. 2020;(4):137–146. (In Russ). doi: 10.21668/health.risk/2020.4.16
21. Lebedeva AYU, Mihajlova KV. Gipergomocisteinemiya: sovremennyy vzglyad na problemu. *Russian Journal of Cardiology*. 2006;149–157. (In Russ).
22. Murkamilov IT, Aitbaev KA, Fomin VV, et al. Homocystein and risk of nephrocerebrovascular diseases. *The Scientific Heritage*. 2020;(50):29–35. (In Russ).
23. Fefelova EV, Izmaystev SV, Tereshkov PP, et al. To pathogenesis of endothelial dysfunction formation by homocysteine in nicotine dependent persons. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2013;(5):184–188. (In Russ).
24. Fefelova EV, Izmaystev SV, Tereshkov PP, et al. The evaluation of cytokines, circulating endotheliocytes and autoantibodies level to homocysteine modified albumin in smoking people. *Dal'nevostochnyy medicinskij zhurnal*. 2014;(1):22–24. (In Russ).
25. Larina TN, Suprun SV. Folate cycle: pathogenetic mechanisms of pregnancy complications (review). *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration*. 2018;(70):113–120. (In Russ).
26. Huang LW, Li LL, Li J, et al. Association of the methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) gene variant C677T with serum homocysteine levels and the severity of ischaemic stroke: a casecontrol study in the southwest of China. *J Int Med Res*. 2022;50(2):3000605221081632. doi: 10.1177/03000605221081632
27. Kriuchkova NM, Chernova AA, Nikulina SYu, et al. Predictive role of MTHFR, FGB, F2 and F5 genes polymorphisms in the development of pulmonary embolism. *CardioSomatics*. 2022;13(1):12–16. (In Russ). doi: 10.17816/22217185.2022.1.201526
28. Chuykin O, Topol'nitskiy O, Gil'manov M, et al. Importance of the determination of polymorphic variants -1298A>C AND -677C>T methylenetetrahydrofolate reductase gene in prediction of the congenital pathology of maxillofacial area. *Actual Problems in Dentistry*. 2018;14(2):126–130. (In Russ). doi: 10.18481/2077-7566-2018-14-2-126-130
29. Putinceva AV, Shih EV. Influence of various folate support regimes in the pregravidary period on the level of homocystein depending on the polymorphism of the folate cycle enzyme genes. *Farmakologiya & Farmakoterapiya*. 2022;(5):80–85. (In Russ). doi: 10.46393/27132129_2022_5_80
30. Krylov MYU, Gridneva GI, Muravyev YuV. Factors associated with rs1801394 of the methionine synthase reductase gene polymorphism in patients with rheumatoid arthritis. *Modern Rheumatology Journal*. 2021;15(3):15–19. (In Russ). doi: 10.14412/1996-70122021-3-15-19
31. Tsyganenko OV, Volkova LI, Alashev AM. Methionine synthase reductase A66G polymorphism and ischemic stroke in younger patients. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2021;13(4):25–29. (In Russ). doi: 10.14412/2074-2711-2021-4-25-29
32. Li D, Zhao Q, Zhang C, et al. Associations of MTRR A66G polymorphism and promoter methylation with ischemic stroke in patients with hyperhomocysteinemia. *J Gene Med*. 2020;22(5):e3170. doi: 10.1002/jgm.3170
33. Yadav U, Kumar P, Rai V. Distribution of methionine synthase reductase (MTRR) gene A66G polymorphism in Indian population. *Indian J Clin Biochem*. 2021;36(1):23–32. doi: 10.1007/s12291-019-00862-9

ОБ АВТОРАХ

* Воронцова Александра Сергеевна,

младший научный сотрудник;
адрес: Российская Федерация, 163000, Архангельск,
пр-т Троицкий, д. 51;
ORCID: 0000-0003-3643-0515;
e-mail: baklab1gkb@yandex.ru

Воробьева Надежда Александровна, д.м.н., профессор;

ORCID: 0000-0001-6613-2485;
eLibrary SPIN: 4545-2558;
e-mail: nadejdav0@gmail.com

Воробьева Алена Ивановна, научный сотрудник;

ORCID: 0000-0003-4817-6884;
e-mail: greenhamster@rambler.ru

Мельничук Елизавета Юрьевна, врач;

ORCID: 0000-0002-7000-5451;
e-mail: 51melnichukelisaveta@gmail.com

AUTHORS' INFO

* Alexandra S. Vorontsova, junior research associate;

address: 51 Troickij avenue, 163000 Arkhangelsk,
Russian Federation;
ORCID: 0000-0003-3643-0515;
e-mail: baklab1gkb@yandex.ru

Nadezda A. Vorobyeva, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;

ORCID: 0000-0001-6613-2485;
eLibrary SPIN: 4545-2558;
e-mail: nadejdav0@gmail.com

Alyona I. Vorobyeva, research associate;

ORCID: 0000-0003-4817-6884;
e-mail: greenhamster@rambler.ru

Elizaveta Y. Melnichuk, MD;

ORCID: 0000-0002-7000-5451;
e-mail: 51melnichukelisaveta@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco501763>

Влияние локации поселения и объёма школы на субъективную оценку благополучия и поведенческие установки подростков

Г.С. Чемерской¹, С.В. Тюлюпо¹, Б.А. Дашиева^{1,2}¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Российская Федерация;² Научно-исследовательский институт психического здоровья, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Актуальность представленного исследования обусловлена дефицитом эмпирически обоснованных представлений об инфраструктурных и географических факторах, структурирующих жизнь малых городских и сельских сообществ и влияющих на субъективное благополучие их представителей.

Цель. Выявить показатели субъективного благополучия и поведенческих установок подростков 12–18 лет и их субъективных оценок школьной среды, наиболее чувствительных к специфике географических и инфраструктурных характеристик малых городских и сельских поселений.

Материал и методы. Использованы данные опроса 1164 респондентов, проведённого по единой процедуре в 25 сельских и городских поселениях Сибири и Европейской части Севера РФ (2016–2018). Коэффициент альфа Кронбаха зависимых переменных варьирует от 0,654 до 0,811. Переменными, дифференцирующими группы сравнения, являлись: объём учебного заведения, удалённость населённого пункта от инфраструктуры областного центра и его положение относительно Арктической зоны.

Результаты. При сравнении в подгруппах подростков, выделенных по удалённости населённого пункта от города, положению относительно Арктической зоны Российской Федерации и объёму школы, обнаружены статистически значимые различия оценок дружелюбия в школьном окружении; отношения учителей; социальных норм, подталкивающих подростков к употреблению психоактивных веществ и противоправному поведению. Обнаруженные различия охватывают оценку субъективной защищённости; актуальной ситуации в школе, выраженность переживаний суицидального характера; установки к употреблению психоактивных веществ и готовность к самозащите и мести. Выявленные различия носят нелинейный характер и дают основания для предположений о механизмах социально-средового опосредования воздействия на субъективные оценки качества жизни и поведенческие установки подростков со стороны таких факторов, как удалённость и изолированность поселения, его расположение в зоне воздействия экстремальных природно-климатических условий или его объём.

Заключение. Полученные результаты применимы для выработки решений, обеспечивающих системный контроль социально-экологических рисков снижения качества жизни подростков, проживающих в малых городских и сельских поселениях слабозаселённых территорий РФ.

Ключевые слова: подростки; село; благополучие; качество жизни; социальные детерминанты здоровья; школьная среда.

Как цитировать:

Чемерской Г.С., Тюлюпо С.В., Дашиева Б.А. Влияние локации поселения и объёма школы на субъективную оценку благополучия и поведенческие установки подростков // Экология человека. 2023. Т. 30. № 6. С. 439–456. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco501763>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco501763>

Settlement location and school size as determinants of subjective well-being and behavioral attitudes among adolescents

Grigory S. Chemerskoy¹, Svetlana V. Tyulyupo¹, Bairma A. Dashieva^{1,2}

¹ National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation;

² Mental Health Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Empirical data on the effect of infrastructural and geographical factors on the subjective well-being of residents of small urban and rural communities are scarce.

AIM: To identify indicators of subjective well-being among adolescents, as well as their behavioral attitudes and subjective assessments of the school environment.

MATERIAL AND METHODS: We analyzed data collected from 1164 respondents residing in 25 rural and urban settlements across Siberia and the European part of Northern Russia between 2016 and 2018. The Cronbach's alpha values for the dependent variables ranged from 0.654 to 0.811. The variables used to differentiate the comparison groups included the school size, the distance of the settlement from the regional center's infrastructure, and its geographic location in relation to the Arctic zone.

RESULTS: Various characteristics of the school environment demonstrated the effect of differentiating variables. These characteristics included the friendliness within the school environment, the attitudes of teachers, the preparedness for self-defense, and the attitudes towards the use of psychoactive substances and illegal behavior. The attitudes towards the use of psychoactive substances and the readiness for self-defense were particularly sensitive to differentiating variables.

CONCLUSION: The results of this study can be used to develop solutions that effectively manage the risks associated with the social and personal development of adolescents residing in small urban and rural settlements within sparsely populated regions of the Russian Federation.

Keywords: adolescents; rural; well-being; quality of life; social determinants of health; school environment.

To cite this article:

Chemerskoy GS, Tyulyupo SV, Dashieva BA. Settlement location and school size as determinants of subjective well-being and behavioral attitudes among adolescents. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(6):439–456. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco501763>

Received: 20.06.2023

Accepted: 30.08.2023

Published online: 17.10.2023

ВВЕДЕНИЕ

Подростки и молодые люди, стоящие перед выбором жизненного пути, составляют наиболее чувствительную группу по отношению к рискам, задаваемым глобальными трендами преобразования социальной жизни [1–3]. Это обуславливает необходимость поиска оптимальных решений, позволяющих стабилизировать благополучие молодых людей, как системный предиктор их позитивно-социально-личностного развития [1, 4, 5].

При этом следует учитывать, что периферийное, удалённое от административных и культурных центров положение малых населённых пунктов, их объём, транспортная доступность, влияющие на здоровье жителей или ограничивающие возможности развития социальной инфраструктуры природно-климатические условия территории, — всё это может существенно влиять на качество жизни и благополучие жителей. Обрамляя жизнедеятельность конкретных сообществ, они структурируют взаимосвязи уровней социальной жизни индивидов и определяют условия их социализации [6, 7]. Это имеет особое значение в условиях неоднородности социально-экономического развития и социально-транспортной инфраструктуры азиатских и северных территорий Российской Федерации. Удалённость (а зачастую — изолированность) от культурных и административных центров регионов, сырьевая ориентация экономики, дефицит качественных и разнообразных социальных услуг, рабочих мест и возможностей организации досуга, суровые природно-климатические условия — влияние этих факторов вовлекает практически каждый из интегральных показателей удовлетворённости жизнью, охватываемых, по данным Е.В. Балацкого, опросами ВЦИОМ [8]. Между тем, по замечаниям Г.М. Зараковского и В.М. Кулайкина, субъективные аспекты качества жизни сельских жителей составляют своеобразную «terra incognita» [9]. Спустя пятнадцать лет после выхода их статьи представления о субъективном благополучии сельских жителей существенным образом не расширены. Поиск в РИНЦ по сочетанию тегов «сельский/сельское» и «субъективное» по-прежнему даёт единичные публикации. Таким образом, в научном поле существует дефицит статистически обоснованных представлений о влиянии географических и инфраструктурных условий на субъективные аспекты благополучия детей и подростков, проживающих за пределами мегаполисов и, тем более, в сельской местности.

Этот дефицит проецируется и в пространство открытых статистических данных. Так, данные Роскомстата ясно отражают тенденцию к снижению индекса риска бедности в соответствии с возрастанием численности жителей в населённом пункте [10]. Но логика систематизации, учёта и раскрытия релевантной информации органами государственной статистики не позволяет оценить диапазон варьирования подобной тенденции в различных регионах, учесть вклад со стороны факторов более «тонких», чем заданные дихотомией «город/село».

В отношении исследований, описывающих связь эпидемиологических показателей здоровья сельских подростков с социально-средовыми характеристиками, влияющими на психологические аспекты их благополучия, также существуют препятствия в их экстраполяции на другие группы подростков. Это, с одной стороны, обусловлено часто встречающимися в подобных работах ошибками вывода. Так, например, описывая закономерности влияния социально-средовых факторов на здоровье ребёнка, В.Г. Толстов опирается, преимущественно, на данные санитарно-гигиенического состояния учебных заведений в республике Коми, число детей, отдохнувших в летних лагерях, данные первичной заболеваемости детей и максимально обобщённые показатели трудовой активности населения республики. При этом выводы о механизмах снижения показателей здоровья ребёнка в среде обитания исследователь делает на основании теоретических тезисов о влиянии этнокультурной идентичности на психологическое благополучие ребёнка [11]. Подобный пример не единичен.

Близкой к проблематике оценки субъективных аспектов качества жизни в интересующей нас группе подростков является работа М.П. Дьякович. Она показывает, что у подростков, проживающих и обучающихся в условиях конкретного региона, фактически отсутствуют статистически значимые различия параметров эмоционального, социального и ролевого функционирования, обусловленные гендерными и этнокультурными факторами [12].

Существуют работы, указывающие на различия ценностных и поведенческих установок подростков, проживающих в малых городах и мегаполисах [13]. В их спектр входят и установки, имеющие очевидное влияние на благополучие подростков в актуальной ситуации и в перспективе развития. Природа этих различий не раскрывается. Между тем, ценностные и когнитивные основания поведения человека не только обеспечивают высший уровень адаптации к конкретным, в том числе и макросредовым условиям, но и формируются как производная множественных коммуникаций, структурированных этими самыми условиями — будь то мегаполис, моногород или село [2, 3, 9].

Попытки межстранового сравнительного анализа дают ещё более размытые основания для заключений о влиянии инфраструктурных факторов на показатели психологического благополучия подростков, проживающих в малых населённых пунктах. Так, описывая результаты сравнения психосоциального благополучия школьников, проживающих в странах Баренцева региона (Финляндия, Швеция, Норвегия, Россия), авторы ограничиваются приведением наиболее общих данных статистического анализа по группам: процентам, средним значениям и стандартному отклонению [14, 15]. Кроме того, можно предполагать, что охваченные исследованием страны различаются по специфике заселения Арктической зоны в аспектах пространственной взаимосвязи поселений между собой, численности проживающего здесь населения, доступности социальной инфраструктуры, в том

числе обеспечивающей образовательные услуги и досуг детей и подростков. Эти факторы сами по себе могут влиять на психосоциальные аспекты благополучия населения вообще и подростков в частности. Однако в сочетании со слишком общим описанием различий благополучия отсутствие в этих работах описания и анализа специфики обследованных населённых пунктов не позволяет выносить эмпирически обоснованные заключения о взаимосвязи пространственных характеристик поселений с благополучием подростков.

Таким образом, вне фокуса отечественных социально-экологических исследований оказываются факторы, весьма значимые для понимания закономерностей и механизмов динамики субъективного благополучия и качества жизни подростков и молодых людей, проживающих в малых городах и сельских населённых пунктах. Между тем ориентированные на раскрытие этих факторов и закономерностей направления активно поддерживаются зарубежными авторами.

Так, например, D. Farrugia и соавт. на конкретных кейсах показывают, как проживающие в сельской местности молодые люди в возрасте 14–18 лет рефлексивно задействуют местные ресурсы для установления и расширения связи с внешним миром [16].

John-Akinola и Gabhainn пытаются выявить различия вклада социально-экологической школьной среды в благополучие и здоровье городских и сельских школьников [17].

В отечественной традиции релевантные исследования отсутствуют. Между тем социально-географическая неоднородность заселения территорий Российской Федерации задаёт широкое поле для исследований подобного рода.

Кроме того, реализуемые в этом поле исследования характеризуются многообразием методик. Они раскрывают субъективные аспекты качества жизни посредством принципиально различающихся в содержательном отношении показателей [18]. Это сочетается с дефицитом эффективных практик обмена первичными эмпирическими данными и затрудняет соотнесение результатов, получаемых исследователями.

Всё перечисленное не позволяет сформулировать научно обоснованные выводы о структуре взаимосвязи между объективно-средовыми условиями и достигаемыми в этих условиях показателями благополучия в подростковом социуме на территориях со слаборазвитой и неоднородной инфраструктурой и механизмах её возникновения. В свою очередь, такой дефицит препятствует выработке эффективных и гибких решений, обеспечивающих контроль вариативных рисков социально-личностного развития подростков, ассоциированных с уровнем и структурой их благополучия. **Цель исследования.** Выявить особенности субъективной оценки благополучия и поведенческих установок у подростков в зависимости от характеристик поселения. В этом контексте было проверено следующее предположение. Группы подростков, проживающих в малых городских и сельских поселениях,

различаются в субъективных оценках своего благополучия и оценках его социально-средовых модераторов в зависимости от пространственно-географических характеристик поселения (его локации относительно города, являющегося областным центром, и относительно Арктической зоны Российской Федерации) и от объёма общеобразовательного учреждения.

При этом, опираясь на представления Bronfenbrenner, мы рассматривали пространство школы как мезосреду, обрамляющую социально-личностное становление подростков и в условиях сельской местности играющую одновременно и роль буферного пространства, преобразующего воздействие макросоциальных факторов, и роль модератора факторов, воздействующих на подростка в кругу семьи (на микросредовом уровне) [6].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Представленный в статье сравнительный анализ базируется на эмпирических данных поперечного (одномоментного) опроса. В нём приняли участие подростки, проживающие в малых (сельских и городских) населённых пунктах и обучающиеся в образовательных заведениях различного объёма. Общий массив данных составили ответы 1164 подростков (45% — мальчики, 55% — девочки) в возрасте 12–18 лет (средний возраст — 14,4 года), проживающих в 25 населённых пунктах Сибири и Европейского Севера Российской Федерации.

Как дифференцирующие переменные мы рассматривали удалённость населённого пункта от областного центра и положение населённого пункта относительно Арктической зоны. Выбор этих параметров обусловлен тем, что они характеризуются определённой стабильностью; мало зависят от социальной или градостроительной политики, трендов экономики или глобальных климатических процессов и однозначно объективируются на основании обращения к существующим открытым данным.

По удалённости от областного центра наблюдения распределились следующим образом: 191 респондент проживает в административных центрах; 161 — в сёлах и деревнях, входящих в коттеджно-пригородную зону областного центра; 812 — в сельских поселениях большей или меньшей удалённости и изолированности от города, являющегося областным центром.

Сравнительный анализ по критерию удалённости от Арктической зоны РФ обеспечен двумя подгруппами респондентов, проживающих в малых городских и сельских поселениях, характеризующихся сходными климатическими условиями. Первая из них включает 155 подростков, проживающих в Арктической зоне (ниже об этой группе мы будем говорить, как о «северной»). Вторая (ниже об этой группе мы будем говорить, как о «сибирской») — 1009 подростков, проживающих в сёлах и малых городах Томской области. Характер выборки и её количественные характеристики позволили провести

сравнительный анализ для фиксации различий показателей субъективного благополучия и социально-средовых модераторов в зависимости от инфраструктурных (объём образовательного учреждения, транспортная доступность) и географических (положение относительно полярного круга) характеристик населённого пункта.

В качестве зависимых переменных использованы две группы показателей. Первая группа характеризует оценку подростком собственного благополучия и самоощущения, описывает ряд поведенческих установок респондентов, способных оказывать влияние на их благополучие и здоровье в отдалённой перспективе. Сюда вошли показатели оценки актуального уровня субъективной защищённости; интенсивности и модальности переживаний, связанных с будущим; эмоциональная оценка актуальной ситуации в школе; выраженность переживаний суицидального характера, готовность к самозащите или мести и установки к употреблению психоактивных веществ (ПАВ).

Вторая группа показателей описывает восприятие и оценку подростками своего школьного окружения. В неё вошли оценки средового окружения в контексте выраженности криминальных установок среди сверстников; отношение учителей к ученикам вообще и респонденту в частности и привлекательность учителя как объекта идентичности и идентификации подростка. Показатели этой группы в дальнейшем рассматриваются нами как социально-средовые модераторы влияния на благополучие подростков со стороны факторов более общего уровня.

Для фиксации индикаторов поведенческих установок подростков, описания их субъективного благополучия и социально-средовых факторов, потенциально способных выступить в качестве его модераторов, был использован авторский опросник. Он разработан по заказу Управления образования Администрации Томского района в целях выявления школьно-средовых предикторов снижения благополучия подростков и формирования у них установок проблемного поведения и апробирован на сплошной выборке

подростков, обучающихся в школах сельских поселений района. Описание опросника и сформированных на этом основании шкал готовится к публикации. Опрос (самостоятельное заполнения подростками опросных бланков) производился на основании информированного согласия, представленного респондентами и их легитимными представителями. Процедура опроса описана нами ранее [19].

Использованные шкалы, степень их согласованности и описательная статистика измеряемых показателей в общей совокупности представлены в табл. 1. Их основание составили опросные пункты (семибалльная шкала Ликерта) интервального типа.

Как видно из таблицы, для большинства переменных значения коэффициента альфа Кронбаха достигают 0,7, что для исследований поискового характера является достаточным [20].

В качестве инфраструктурных факторов, потенциально способных влиять на субъективное благополучие и его социально-средовые модераторы, были приняты объём образовательного учреждения и удалённость от городской инфраструктуры.

Первый из них определяет широту социальной поддержки от сверстников, пространство для поиска новых дружеских контактов непосредственно в пределах родного поселения. Одновременно с этим объём школы, который мы идентифицировали не по вместимости конкретного образовательного учреждения, а по списочному составу обучающихся на момент опроса, с одной стороны, соотносим с численностью жителей поселения и приписной территории, с другой, — косвенным образом указывает на демографическую тенденцию в поселении. Объём школы в каждом конкретном случае уточнялся нами на основании публичного отчёта об осуществляемой деятельности, размещаемого на её сайте в год обследования.

Второй фактор (транспортная доступность и удалённость населённого пункта от регионального центра)

Таблица 1. Результаты оценки внутренней согласованности шкал опросника, а также некоторые параметры распределения совокупности по ним, составляющие шкалы вопросов

Table 1. The results for measure of internal consistency of the scales, used to evaluate subjective wellbeing and socio-environmental mediating variables

Шкала Scale	Альфа Кронбаха Cronbach's alpha	Количество наблюдений* Number of observations*	Диапазон значений шкалы Range	Среднее значение по шкале Mean	Среднеквадратичное отклонение Standard deviation
Статус благополучия и поведенческие установки Subjective well-being indicators					
Эмоциональная оценка актуальной ситуации в школе Emotional assessment of the current school situation	0,718	921	[4;28]	18,47	5,420
Список вопросов шкалы: 1. Мне совсем не нравится моя школа. 2. Мне особенно не хочется идти в школу последнее время. 3. В последнее время моё положение в классе гораздо хуже, чем обычно. 4. Учеба доставляет мне много неприятностей. <i>Формулировки соответствуют негативному полюсу оценки (1 из 7).</i> Questionnaire items: 1. I don't like my school at all. 2. I don't particularly feel like going to school lately. 3. Recently, my position in the class is much worse than usual. 4. Studying gives me a lot of trouble. <i>The wording corresponds to the negative pole of the assessment (1 out of 7).</i>					

Продолжение таблицы 1
Continuation of the Table 1

Шкала Scale	Альфа Кронбаха Cronbach's alpha	Количество наблюдений* Number of observations*	Диапазон значений шкалы Range	Среднее значение по шкале Mean	Среднеквадратичное отклонение Standard deviation
Суицидальные переживания Suicidal ideation	0,811	877	[6;42]	28,60	8,673
Список вопросов шкалы: 1. Случается, у меня, возникают мысли о самоубийстве или хочется поговорить об этом. 2. Я часто думаю, что будет, если я умру. 3. Всё, что я делаю, бесполезно и мало кому интересно. 4. Мне часто кажется, что жизнь проходит мимо меня. 5. Иногда я чувствую себя одиноким и лишним даже в кругу друзей. 6. Моя жизнь не приносит мне удовлетворения. <i>Формулировки пунктов отражают максимальную выраженность болезненных переживаний и суицидальных установок (7 из 7).</i> Questionnaire items: 1. It happens that I have thoughts of suicide or I want to talk about it. 2. I often think what will happen if I die. 3. Everything I do is useless and few people are interested. 4. It often seems to me that life is passing me by. 5. Sometimes I feel lonely and superfluous even among friends. 6. My life does not bring me satisfaction. <i>The wording of the items reflect the maximum severity of painful experiences and suicidal attitudes (7 out of 7).</i>					
Переживания, связанные с будущим Anxiety about the future	0,654	698	[3;21]	13,10	4,551
Список вопросов шкалы: 1. Я остро переживаю неопределённость и неясность жизни. 2. Я часто переживаю, что моё будущее неопределённо. 3. Моё будущее кажется мне безнадёжным и вызывает тревогу. <i>Формулировки соответствуют негативному полюсу оценки (1 из 7).</i> Questionnaire items: 1. I am acutely experiencing the uncertainty and ambiguity of life. 2. I often worry that my future is uncertain. 3. My future seems hopeless and worrisome to me. <i>The wording corresponds to the negative pole of the assessment (1 out of 7).</i>					
Актуальный уровень субъективной защищённости Subjective vulnerability (confidence). Current level	0,750	695	[6;42]	31,96	6,716
Список вопросов шкалы: 1. Я остро ощущаю свою незащищённость. 2. В трудных ситуациях человеку ни от кого и неоткуда ждать помощи. 3. Я часто обижаюсь на друзей и близких. 4. Когда я нахожусь в школе, мне многое угрожает. 5. Я постоянно на взводе, когда бываю в школе. 6. Меня часто обижают в школе. <i>Формулировки соответствуют негативному полюсу оценки (1 из 7).</i> Questionnaire items: 1. I acutely feel my defenselessness. 2. In difficult situations, a person has no one to ask for help from anyone. 3. I often take offense at friends and relatives. 4. When I am at school, many things threaten me. 5. I am constantly on edge when I am at school. 6. I am often bullied at school. <i>The wording corresponds to the negative pole of the assessment (1 out of 7).</i>					
Установки упо- требления ПАВ Substance abuse risk	0,762	1086	[5;35]	25,36	7,067
Список вопросов шкалы: 1. Посидеть с друзьями приятнее, если есть пиво, вино или джин-тоник. 2. Я всегда найду где взять сигареты, если мне захочется покурить. 3. Кажется, вино слишком слабый напиток для меня. 4. Я хорошо разбираюсь в сортах сигарет. 5. Вред никотина и алкоголя сильно преувеличен. <i>Формулировки соответствуют максимальной (7 из 7) выраженности установок.</i> Questionnaire items: 1. It is more pleasant to sit with friends if there is beer, wine or gin and tonic. 2. I always will find where to get cigarettes if I feel like smoking. 3. Wine seems to be too weak a drink for me. 4. I am well versed in cigarette varieties. 5. The harm of nicotine and alcohol is greatly exaggerated. <i>The formulations correspond to the maximum (7 out of 7) severity of the installation.</i>					
Социально-средовые модераторы Socio-environmental mediating variables					
Готовность к самозащите или мести Readiness for self-defence or revenge	0,745	1098	[4;28]	20,17	6,204
Список вопросов шкалы: 1. Среди учителей школы есть человек, которому я мечтаю отомстить за все мои обиды. 2. В школе есть человек, которому я хотела бы отомстить за свои обиды. 3. Кое-кому в моём классе я мечтаю отомстить за свои обиды. 4. В школе я часто прихожу в такую ярость, что мне хочется что-нибудь сломать или кого-нибудь избить. <i>Формулировки соответствуют максимальной (7 из 7) выраженности установок.</i> Questionnaire items: 1. Among the teachers of the school there is a person whom I dream of taking revenge for all my grievances. 2. There is a person at school to whom I would like to take revenge for my grievances. 3. To someone in my class I dream of taking revenge for my grievances. 4. At school, I often get so angry that I want to break something or beat someone. <i>The formulations correspond to the maximum (7 out of 7) severity of the installation.</i>					

Окончание таблицы 1
End of the Table 1

Шкала Scale	Альфа Кронбаха Cronbach's alpha	Количество наблюдений* Number of observations*	Диапазон значений шкалы Range	Среднее значение по шкале Mean	Среднеквадратичное отклонение Standard deviation
Дружелюбие и поддержка в школьном окружении Environment friendliness and support	0,684	1096	[5;35]	25,86	6,404
Список вопросов шкалы: 1. Мои одноклассники достойны уважения и хорошего отношения. 2. В школе у меня много друзей. 3. В классе есть человек, которому я полностью доверяю. 4. В школе есть человек, который меня во всём и полностью понимает. 5. В нашем классе есть традиция после ссор и драк спокойно обсуждать их причины и мириться. <i>Формулировки соответствуют позитивному полюсу оценки (7 из 7).</i> Questionnaire items: 1. My classmates deserve respect and good relations. 2. I have many friends at school. 3. There is a person in the class whom I completely trust. 4. There is a person at school who fully understands me in everything. 5. In our there is a tradition in the classroom after quarrels and fights to calmly discuss their reasons and put up. <i>The wording corresponds to the positive pole of the assessment (7 out of 7).</i>					
Криминальные установки среды Environmental delinquent tendencies	0,676	1092	[4;28]	19,79	5,770
Список вопросов шкалы: 1. У меня есть одноклассники, которые не в ладах с законом. 2. Многие из моих одноклассников не считают преступлением кражу. 3. Полиции лучше не знать, что делается у нас в школе. 4. Насилие или унижение слабого — нормально для нашего класса. <i>Формулировки соответствуют негативному полюсу групповой нормы (7 из 7).</i> Questionnaire items: 1. I have classmates who are in trouble with the law. 2. Many of my classmates do not consider stealing a crime. 3. It is better for the police not to know what is happening in our school. 4. Violence or humiliation of the weak is normal for our class. <i>The formulations correspond to the negative pole of the group norm (7 out of 7).</i>					
Отношение учи- телей к ученикам Teachers' attitudes toward students	0,794	808	[2;14]	10,54	3,072
Список вопросов шкалы: 1. Большинство учителей относится к ученикам дружелюбно. 2. Трудно представить, чтобы в нашей школе учитель оскорбил или унизил ученика. <i>Формулировки соответствуют позитивному полюсу оценки (7 из 7).</i> Questionnaire items: 1. Most teachers are friendly to students. 2. It is hard to imagine that in our school a teacher would insult or humiliate a student. <i>The wording corresponds to the positive pole of the assessment (7 out of 7).</i>					
Учителя и Я Relationships with teachers	0,745	816	[5;35]	26,77	5,984
Список вопросов шкалы: 1. Учителя считают моих друзей хорошими людьми. 2. Учителя признают и уважают мои интересы и увлечения. 3. Учителя ко мне всегда относятся справедливо. 4. Учителя одобряют мои успехи и достижения. 5. Учителя уверены, что у меня хорошее будущее. <i>Формулировки соответствуют позитивному полюсу оценки (7 из 7).</i> Questionnaire items: 1. Teachers consider my friends to be good people. 2. Teachers recognize and respect my interests and hobbies. 3. Teachers always treat me fairly. 4. Teachers approve of my successes and achievements. 5. The teachers are sure that I have a good future. <i>The wording corresponds to the positive pole of the assessment (7 out of 7).</i>					
Учитель как объ- ект идентичности и идентификации Teacher as a role model	0,670	864	[4;28]	19,55	5,815
Список вопросов шкалы: 1. Среди учителей много интересных людей. 2. Есть учитель, с которым я легко могу поделиться неприятностями. 3. Я хотел бы быть похожим на одного из учителей и поступать как он (она). 4. Есть учитель, с которым я могу обсудить свои планы на будущее. <i>Формулировки соответствуют позитивному полюсу оценки (7 из 7).</i> Questionnaire items: 1. There are many interesting people among teachers. 2. There is a teacher with whom I can easily share my troubles. 3. I would like to be like one of the teachers and act like he (she). 4. There is a teacher with whom I can discuss my plans for the future. <i>The wording corresponds to the positive pole of the assessment (7 out of 7).</i>					

* число респондентов, ответивших на все пункты шкалы.

* number of interviewees with complete answers on all items.

отражает возможность самостоятельного выхода за рамки отношений постоянной группы членства в поисках ресурсов (социальных, материальных и пр.), недоступных в пределах родного поселения. Группировка респондентов на основании удалённости от регионального центра производилась с учётом в большей мере смысловых, нежели пространственных характеристик. Так, нахождение поселения в пригородной зоне обеспечивает повседневную доступность для подростков социальной инфраструктуры регионального центра. Расстояние до 50 км выступает относительно слабым ограничением мобильности для сельских подростков, поскольку они часто без сопровождения взрослых перемещаются между достаточно удалёнными друг от друга населёнными пунктами. Тем не менее это создаёт препятствия для использования ими возможностей городской среды в повседневной жизни. Большие расстояния требуют большего горизонта планирования и существенно ограничивают возможности автономных перемещений подростков.

Для статистического анализа при проверке гипотез о наличии или отсутствии межгрупповых различий использовались непараметрические критерии для сравнения двух и трёх независимых выборок: критерии Манна–Уитни и Краскела–Уоллиса, соответственно. Непараметрические критерии были выбраны в силу того, что не все анализируемые наборы данных подчинялись

нормальному распределению. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался $p=0,05$. Для оценки надёжности шкал используемого оригинального опросника были проведены расчёты коэффициента альфа Кронбаха. Анализ производился с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics 23.0.0.0 (США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объём образовательного учреждения и социально-средовые модераторы благополучия. Сравнительный анализ в группах, дифференцированных по объёму образовательного учреждения, показал ряд статистически значимых различий, преимущественно в ряду социально-средовых модераторов благополучия подростков. В табл. 2 отмечены показатели, продемонстрировавшие различия на уровне $p < 0,05$. Результаты попарного межгруппового сравнения для показателей, продемонстрировавших наличие статистически значимых различий, приведены в примечаниях к табл. 2.

Из таблицы видно, что объём образовательного учреждения уместно рассматривать как фактор, задающий некоторые закономерности оценок подростками социально-психологических условий, способных влиять на их благополучие. Однако эти закономерности вряд ли могут

Таблица 2. Результаты сравнительного анализа для групп, дифференцированных по объёму образовательного учреждения
Table 2. Results of comparative analysis. Indicators of the subjective well-being and socio-environmental mediating variables in relation to the number of students in the school

Показатель Scale	Количество обучающихся в школе Number of students in the school	Количество наблюдений Number of observations	Me	Квартили 1, 3 (Q1; Q3) Quartile 1, 3 (Q1; Q3)	Значение критерия Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis test value
Статус благополучия Subjective wellbeing indicators					
Эмоциональная оценка актуальной ситуации в школе Emotional assess- ment of the current school situation	Менее 100 чел. (1) Less than 100 (1)	45	18	13,5; 24	$\chi^2=1,706$ (df=3, $p=0,636$)
	От 100 до 225 чел. (2) From 100 to 225 (2)	279	18	15; 22	
	От 226 до 500 чел. (3) From 226 to 500 (3)	440	19	15; 22	
	Более 550 чел. (4) More than 550 (4)	157	19	15; 13	
Суицидальные переживания Suicidal ideation	Менее 100 чел. Less than 100	17	30	20,5; 33	$\chi^2=2,559$ (df=3, $p=0,465$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	248	30	23; 36	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	536	29	22; 35,75	
	Более 550 чел. More than 550	76	29	24; 35,75	
Переживания, связанные с будущим Anxiety about the future	Менее 100 чел. Less than 100	17	13	10; 14	$\chi^2=5,755$ (df=3, $p=0,124$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	250	14	11; 16	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	357	13	9; 16	
	Более 550 чел. More than 550	74	12	9,75; 15	
Актуальный уровень субъективной защищенности*	Менее 100 чел. Less than 100	17	28	25,5; 34	$\chi^2=22,782$ (df=3, $p < 0,001$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	243	33	28; 37	

Окончание таблицы 2
End of the Table 2

Показатель Scale	Количество обучающихся в школе Number of students in the school	Количество наблюдений Number of observations	Me	Квартили 1, 3 (Q1; Q3) Quartile 1, 3 (Q1; Q3)	Значение критерия Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis test value
Subjective vulner- ability (confidence). Current level*	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	359	32	26; 37	
	Более 550 чел. More than 550	76	35	30,25; 38	
Установки употребления ПАВ** Substance abuse risk**	Менее 100 чел. Less than 100	42	32,5	25,75; 35	$\chi^2=26,763$ (df=3, $p=0,004$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	270	26	20; 31	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	621	26	20; 32	
	Более 550 чел. More than 550	153	24	19; 29	
Социально-средовые модераторы Socio-environmental mediating variables					
Готовность к самозащите или мести Readiness for self- defence or revenge	Менее 100 чел. Less than 100	42	22,5	16; 26,25	$\chi^2=4,993$ (df=3, $p=0,172$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	278	21,5	16; 25	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	622	21	16; 25	
	Более 550 чел. More than 550	156	22	16; 27	
Дружелюбие и под- держка в школьном окружении Environment friendliness and support	Менее 100 чел. Less than 100	45	28	21; 31	$\chi^2=0,223$ (df=3, $p=0,974$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	275	26	22; 31	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	620	27	22; 31	
	Более 550 чел. More than 550	156	26	22; 30	
Криминальные установки среды Environmental delinquent tendencies	Менее 100 чел. Less than 100	45	20	16; 26	$\chi^2=5,605$ (df=3, $p=0,132$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	275	20	16; 24	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	618	20	16; 24	
	Более 550 чел. More than 550	157	22	16; 26	
Отношение учителей к ученикам*** Teachers' attitudes toward students***	Менее 100 чел. Less than 100	44	12	10; 14	$\chi^2=26,763$ (df=3, $p<0,001$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	214	12	9; 14	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	448	11	8; 13	
	Более 550 чел. More than 550	123	12	9; 14	
Учителя и Я Relationships with teachers	Менее 100 чел. Less than 100	31	28	23; 35	$\chi^2=2,618$ (df=3, $p=0,454$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	214	28	23; 33	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	448	27	23; 31	
	Более 550 чел. More than 550	123	27	23; 30	
Учитель как объ- ект идентичности и идентификации Teacher as a role model	Менее 100 чел. Less than 100	33	18	13; 23,5	$\chi^2=4,945$ (df=3, $p=0,176$)
	От 100 до 225 чел. From 100 to 225	213	21	16; 24	
	От 226 до 500 чел. From 226 to 500	486	20	16; 24	
	Более 550 чел. More than 550	132	20,5	17; 24	

Примечание: p рассчитывался с помощью критерия Краскела–Уоллиса; в случае попарного сравнения применялся критерий Манна–Уитни; отмечены показатели, для которых выявлены статически значимые различия. Пары, продемонстрировавшие различия для уровня $p < 0,0083$, скорректированного с учётом степеней свободы межгруппового сравнения: * $p1-3=0,005$ ($U=10513,5$), $p2-3<0,001$ ($U=768,75$), $p3-4<0,001$ ($U=41248,5$); ** $p1-2<0,001$ ($U=3746$), $p1-3=0,001$ ($U=8911,5$), $p1-4<0,001$ ($U=1743$), $p3-4=0,005$ ($U=40496,5$); *** $p1-4=0,001$ ($U=325,5$), $p3-4=0,002$ ($U=10630,5$).

Note: p -values were calculated using Kruskal–Wallis tests; Mann–Whitney tests we used for pairwise comparison between groups; Statistically significant results are marked. Significance level was changed to 0.0083 to control for multiple comparisons: * $p1-3=0,005$ ($U=10513,5$), $p2-3<0,001$ ($U=768,75$), $p3-4<0,001$ ($U=41248,5$); ** $p1-2<0,001$ ($U=3746$), $p1-3=0,001$ ($U=8911,5$), $p1-4<0,001$ ($U=1743$), $p3-4=0,005$ ($U=40496,5$); *** $p1-4=0,001$ ($U=325,5$), $p3-4=0,002$ ($U=10630,5$).

быть описаны как линейная функция. Так, учащиеся малых образовательных учреждений по какой-то причине оказываются более уязвимы в плане приверженности положительному отношению к употреблению ПАВ, а ученики, которые обучаются в небольших по объёму образовательных учреждениях (один класс в параллели), оценивают свою защищённость в школе ниже. В то же время оценка подростками дружелюбности учителей существенно варьирует в группах сравнения, однако и здесь функция оказывается нелинейной. Наименее дружелюбными воспринимают школьники учителей в учреждениях, объём которых оказывается в диапазоне от 226 до 550 учащихся, в то время как в более крупных (более двух классов в параллели) и менее крупных (менее одного полного объёма класса в параллелях) восприятие педагогов имеет более положительный оттенок.

Удалённость от городской инфраструктуры как фактор, влияющий на благополучие подростков. Удалённость поселения от административного центра обуславливает различия как в оценках благополучия, так и в оценках его социально-средовых модераторов (табл. 3).

Как видно из табл. 3, удалённость населённого пункта от регионального центра способна обусловить варьирование показателей благополучия и определить своеобразие механизмов его социально-средового опосредования. Самыми уязвимыми оказываются, по-видимому, подростки, проживающие на удалении достаточно значительном от регионального центра. В таком случае оно выступает значимым препятствием для их индивидуальной мобильности, однако конкретное сообщество не является полностью автономным. Некоторые учителя, проживая в городе, приезжают на работу в село, родители учеников,

Таблица 3. Результаты сравнительного анализа для групп, дифференцированных по объёму удалённости населённого пункта от регионального центра

Table 3. Results of comparative analysis. Indicators of the subjective well-being and socio-environmental mediating variables in relation to the distance of the settlements from major cities

Показатель Scale	Удалённость от регионального центра Distance from large cities and regional centers	Количество наблюдений Number of observations	Me	Квартили 1, 3 (Q1; Q3) Quartile 1, 3 (Q1; Q3)	Значение критерия Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis test value
Статус благополучия Subjective wellbeing indicators					
Эмоциональная оценка актуальной ситуации в школе Emotional assessment of the current school situation	Город или пригородная зона (1) Major cities or suburban areas (1)	75	20	17; 23	$\chi^2=108,203$ (число степеней свободы $df=4$, $p < 0,001$)
	Менее 50 км (2) Less than 50 km (2)	492	18	14; 21,75	
	50–150 км (3) 50–150 km (3)	149	18	15; 22	
	150–300 км (4) 150–300 km (4)	95	15	12; 17	
	Более 300 км (5) More than 300 km (5)	110	23	19,75; 26	
	Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p_{1-2}<0,001$ ($U=15394$), $p_{1-4}<0,001$ ($U=1467,5$), $p_{1-5}=0,001$ ($U=2945,5$), $p_{2-4}<0,001$ ($U=15644,5$), $p_{2-5}<0,001$ ($U=14333$), $p_{3-4}<0,001$ ($U=4564,5$), $p_{3-5}<0,001$ ($U=4753$), $p_{4-5}<0,001$ ($U=1537$)				
Суицидальные переживания Suicidal ideation	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	105	30	24; 36	$\chi^2=46,587$ (число степеней свободы $df=4$, $p < 0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	543	29	23; 35	
	50–150 км 50–150 km	55	25	20; 32	
	150–300 км 150–300 km	69	25	17,5; 30,5	
	Более 300 км More than 300 km	105	35	28; 38	
	Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p_{1-4}<0,001$ ($U=2373,5$), $p_{2-4}<0,001$ ($U=13678,5$), $p_{2-5}<0,001$ ($U=20104,5$), $p_{3-5}<0,001$ ($U=1673,5$), $p_{4-5}<0,001$ ($U=1654,5$)				
Переживания, связанные с будущим Anxiety about the future	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	74	12	9,75; 15	$\chi^2=31,822$ (число степеней свободы $df=4$, $p < 0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	397	13	10; 16	
	50–150 км 50–150 km	56	12	8; 15	
	150–300 км 150–300 km	68	12	8; 15	
	Более 300 км More than 300 km	103	14	13; 18	

Продолжение таблицы 3
Continuation of the Table 3

Показатель Scale	Удалённость от регионального центра Distance from large cities and regional centers	Количество наблюдений Number of observations	Me	Квартили 1, 3 (Q1; Q3) Quartile 1, 3 (Q1; Q3)	Значение критерия Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis test value
Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-5<0,001$ ($U=2331,5$), $p2-5<0,001$ ($U=15837$), $p3-5=0,001$ ($U=1963,5$), $p4-5<0,001$ ($U=2025,5$)					
Актуальный уровень субъективной защищенности Subjective vulnerability (confidence). Current level	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	76	35	30,25; 38	$\chi^2=56,776$ (число степеней свободы $df=4$, $p <0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	391	32	27; 36	
	50–150 км 50–150 km	56	31	24,25; 36	
	150–300 км 150–300 km	67	29	24; 33	
	Более 300 км More than 300 km	105	36	32; 40	
Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-2=0,001$ ($U=11398$), $p1-3=0,004$ ($U=1495,5$), $p1-4<0,001$ ($U=1163$), $p2-4<0,001$ ($U=9537$), $p2-5<0,001$ ($U=13999,5$), $p3-5<0,001$ ($U=1820$), $p4-5<0,001$ ($U=1498,5$)					
Установки употребления ПАВ Substance abuse risk	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	104	28	23; 33	$\chi^2=45,881$ (число степеней свободы $df=4$, $p <0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	631	26	20; 31	
	50–150 км 50–150 km	151	27	20; 34	
	150–300 км 150–300 km	92	23	18,25; 29	
	Более 300 км More than 300 km	108	30	26; 34	
Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-2=0,003$ ($U=26770,5$), $p1-4<0,001$ ($U=3241$), $p2-5<0,001$ ($U=22784,5$), $p3-4=0,003$ ($U=5394$), $p4-5<0,001$ ($U=2659$)					
Социально-средовые модераторы Socio-environmental mediating variables					
Готовность к самозащите или мести Readiness for self-defence or revenge	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	106	24	20; 27	$\chi^2=35,418$ (число степеней свободы $df=4$, $p <0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	644	21	16; 25	
	50–150 км 50–150 km	150	21	16; 25	
	150–300 км 150–300 km	90	18	13,75; 22	
	Более 300 км More than 300 km	108	23	19; 26,75	
Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-2<0,001$ ($U=25892$), $p1-3<0,001$ ($U=5908,5$), $p1-4<0,001$ ($U=2680$), $p2-4=0,004$ ($U=23567,5$), $p4-5<0,001$ ($U=3147$)					
Дружелюбие и поддержка в школьном окружении Environment friendliness and support	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	104	28,5	25; 31	$\chi^2=80,203$ (число степеней свободы $df=4$, $p <0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	636	26	21; 30	
	50–150 км 50–150 km	154	27	20; 31	
	150–300 км 150–300 km	95	24	20; 28	
	Более 300 км More than 300 km	107	31	27; 34	
Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-2<0,001$ ($U=26023,5$), $p1-4<0,001$ ($U=2906,5$), $p1-5=0,001$ ($U=3965,5$), $p2-4=0,001$ ($U=24662$), $p2-5<0,001$ ($U=18632,5$), $p3-5<0,001$ ($U=5013,5$), $p4-5<0,001$ ($U=1827$)					

Окончание таблицы 3
End of the Table 3

Показатель Scale	Удалённость от регионального центра Distance from large cities and regional centers	Количество наблюдений Number of observations	Me	Квартили 1, 3 (Q1; Q3) Quartile 1, 3 (Q1; Q3)	Значение критерия Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis test value
Криминальные установки среды Environmental delin- quent tendencies	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	103	24	19; 27	$\chi^2=83,058$ (число степеней свободы $df=4$, $p < 0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	642	19	15,75; 24	
	50–150 км 50–150 km	150	20	15,75; 24	
	150–300 км 150–300 km	93	18	14,5; 21,5	
	Более 300 км More than 300 km	104	24	21; 27	
	Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-2<0,001$ ($U=26023,5$), $p1-4<0,001$ ($U=2906,5$), $p1-5=0,001$ ($U=3965,5$), $p2-4=0,001$ ($U=24662$), $p2-5<0,001$ ($U=18632,5$), $p3-5<0,001$ ($U=5013,5$), $p4-5<0,001$ ($U=1827$)				
Отношение учителей к ученикам Teachers' attitudes toward students	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	109	12	10; 14	$\chi^2=58,815$ (число степеней свободы $df=4$, $p < 0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	651	11	8; 13	
	50–150 км 50–150 km	154	12	10; 14	
	150–300 км 150–300 km	101	9	7; 11	
	Более 300 км More than 300 km	112	12	10; 14	
	Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-2<0,001$ ($U=27185$), $p1-4<0,001$ ($U=2909,5$), $p2-3<0,001$ ($U=41066$), $p2-4<0,001$ ($U=25365$), $p2-5<0,001$ ($U=28427$), $p3-4<0,001$ ($U=4549,5$), $p4-5<0,001$ ($U=3066$)				
Учителя и Я Relationships with teachers	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	84	28,5	24; 31	$\chi^2=12,324$ (число степеней свободы $df=4$, $p=0,015$)
	Менее 50 км Less than 50 km	468	27	23; 32	
	50–150 км 50–150 km	112	27	23; 32	
	150–300 км 150–300 km	54	24,5	21; 29	
	Более 300 км More than 300 km	98	29	24; 32	
	Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-4=0,001$ ($U=1586,5$), $p4-5=0,001$ ($U=1762,5$)				
Учитель как объект идентичности и идентификации Teacher as a role model	Город или пригородная зона Major cities or suburban areas	92	20	16,25; 24	$\chi^2=26,691$ (число степеней свободы $df=4$, $p < 0,001$)
	Менее 50 км Less than 50 km	497	20	16; 24	
	50–150 км 50–150 km	118	19,5	16; 23	
	150–300 км 150–300 km	64	18	11; 22	
	Более 300 км More than 300 km	93	22	19; 25	
	Статистически значимые попарные сравнения: Statistically significant differences: $p1-4=0,003$ ($U=2111,5$), $p2-4=0,002$ ($U=12063,5$), $p2-5<0,001$ ($U=17692$), $p3-5=0,001$ ($U=4073$), $p4-5<0,001$ ($U=1619,5$)				

Примечание: p рассчитывался с помощью критерия Краскела–Уоллиса; в случае попарного сравнения применялся критерий Манна–Уитни. Для попарного сравнения обозначены только пары, уровень статистической значимости для которых ниже скорректированного уровня $p < 0,005$.

Note: p -values were calculated using Kruskal–Wallis tests; Mann–Whitney tests were used for pairwise comparisons between groups; Statistically significant results are marked. Significance level was changed to $< 0,005$ to control for multiple comparisons.

напротив, на работу уезжают в город. А сами подростки, не имея возможности регулярного доступа к образовательной и культурно-развлекательной инфраструктуре города, но эпизодически выезжая в город, могут сравнивать качество условий проживания в городе и в своём посёлке далеко не в пользу последнего. Таким образом, промежуточная удалённость поселения от регионального центра становится условием, создающим предпосылки для более негативных оценок достигаемого благополучия.

В отличие от них, подростки, являющиеся членами относительно закрытых сообществ, находящихся на значительном удалении от ближайших центров скопления интеллектуального и экономического потенциала, чувствуют себя более благополучно, нежели те подростки,

для которых возможности межпоселенной мобильности отчасти сохранены, или сверстники из малых городов и поселений, прилегающих к региональным центрам. Замкнутость сообщества в этом контексте может выступать в качестве фактора, стабилизирующего оценку социального благополучия представителями молодого населения отдалённых регионов и арктических зон Западной Сибири, по крайней мере, на определённом этапе их социально-личностного становления.

Транширотные различия социально-средовых модераторов благополучия. Значимые различия признаков благополучия, проблемных установок и оценок их вероятных средовых предпосылок имеют место и при сравнении оценок субъективного благополучия

Таблица 4. Результаты сравнительного анализа показателей субъективного благополучия и социально-средовых модераторов в зависимости от локации населённого пункта относительно Арктической зоны Российской Федерации

Table 4. Results of comparative analysis. Indicators of the subjective well-being and socio-environmental mediating variables in relation to location of the settlements in or outside of the Arctic zone

Показатель Scale	Заполярье Arctic zone		Поселения Томской области Settlements of the Tomsk region		U Манна-Уитни, достигнутый уровень значимости Mann-Whitney test value
	количество наблюдений number of observations	Me (Q1; Q3)	количество наблюдений number of observations	Me (Q1; Q3)	
Статус благополучия Subjective well-being indicators					
Эмоциональная оценка актуальной ситуации в школе Emotional assessment of the current school situation	153	22 (19; 25)	768	18 (14; 22)	U=35298 (p <0,001)
Суицидальные переживания Suicidal ideation	148	33 (27; 38)	729	28 (22; 35)	U=39438,5 (p <0,001)
Переживания, связанные с будущим Anxiety to the future	146	14 (12; 17)	552	13 (9; 16)	U=32980 (p=0,001)
Актуальный уровень субъективной защищенности Subjective vulnerability (confidence). Current level	148	36 (31,25; 39)	547	31 (27; 36)	U=27851 (p <0,001)
Установки употребления ПАВ Substance abuse risk	149	30 (25; 34)	937	26 (20; 31)	U=51556,5 (p <0,001)
Социально-средовые модераторы Socio-environmental mediating variables					
Готовность к самозащите или мести Readiness for self-defence or revenge	149	23 (19; 27)	949	21 (16; 25)	U=57539,5 (p <0,001)
Дружелюбие и поддержка в школьном окружении Environment friendliness and support	150	30 (27; 33,25)	946	26 (21; 30)	U=45884,5 (p <0,001)
Криминальные установки среды Environmental delinquent tendencies	146	23,5 (20; 27)	946	19 (16; 24)	U=43766 (p <0,001)
Отношение учителей к ученикам Teachers' attitude toward students	155	12 (10; 13)	972	11 (8; 13)	U=63215 (p=0,001)
Учитель как объект идентичности и идентификации Teacher as a role model	132	22 (18; 25)	732	20 (16; 23675)	U=38683 (p <0,001)

и социально-средовых модераторов в трансширотной перспективе. Данные сравнительного анализа приведены в табл. 4.

Из табл. 4 видна разнонаправленность различий в сегменте оценок благополучия и их социально-средовых модераторов. Так, в «северной» группе сравнения показатели, характеризующие оценку дружелюбности школьной среды (как в контексте отношений между сверстниками, так и в отношении учителей к ученикам), вовлечённости учеников в повседневную школьную жизнь, оценки доступности персонализированной поддержки со стороны учителей, привлекательности образа учителя как объекта идентичности, существенно выше, чем в «сибирской» группе. Одновременно с этим в «северной» группе подростков оказывается более напряжённой компонента переживаний, связанных с оценкой индивидуального статуса благополучия, а также выраженность проблемных поведенческих установок, влияющих на качество жизни в отдалённой перспективе.

ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные данные подтверждают наше предположение о различиях показателей субъективного благополучия, поведенческих установок их субъективных оценок школьной среды у подростков 12–18 лет в группах сравнения. Наши результаты уточняют представления о том, под давлением каких именно средовых факторов формируются различия ценностных установок подростков, проживающих в поселениях различного типа [13]. Социально-средовыми модераторами влияния на благополучие таких факторов, как объём поселения (характеристика, соотносимая с объёмом образовательного учреждения), его удалённость от регионального центра социального, образовательного и культурного потенциала, его положение в неблагоприятной для здоровья человека климатогеографической зоне могут являться такие социально-психологические характеристики образовательной среды, как дружелюбие в среде сверстников, поддержка, оказываемая со стороны учителя, позитивная, привлекательная для подростков событийность школьной жизни. Это дополняет отечественные данные о влиянии на благополучие подростков безопасности образовательной среды, социальной ситуации развития и социально-экологических факторов иного рода [2, 18, 21, 22].

Наши результаты дополняют модель системной социально-экологической оценки качества жизни, предложенную Я.А. Лещенко, что может иметь практическую ценность [23]. Так, различия между показателями субъективного благополучия подростков, обучающихся в различных по объёму школах, их оценками дружелюбия школьной среды, выраженностью установок проблемного поведения могут учитываться в контексте мониторинга качества жизни подростковых и молодёжных субпопуляций территорий со слабой или неоднородной социальной инфраструктурой.

С другой стороны, обнаруженная нами склонность подростков, обучающихся в малокомплектных (в нашем дизайне — это группа, обучающаяся в школах, численностью менее 100 чел.), более низко оценивать свою защищённость и демонстрировать более выраженную склонность к употреблению ПАВ уточняет и, в определённой степени, ставит под вопрос замечания Bronfenbrenner о тенденции к большей устойчивости и большему благополучию социальных экосистем, в которых достигается более плотная сеть отношений между социальными общностями микро- и мезоуровня [6]. По всей видимости, далеко не всегда замыкание деятельностного пространства подобных социальных общностей обеспечивает более благоприятные условия для развития и социализации входящих в эти общности субъектов [7]. Более высокая выраженность установок ПАВ в малочисленных школах также может быть обусловлена влиянием социальных норм, более устойчивых в относительно закрытых малых группах. Эти установки, в свою очередь, способны оказывать влияние на благополучие подростков в отдалённой перспективе. В то же время данные о различии выраженности установок проблемного поведения при сравнении групп, выравненных по локации в отношении Арктической зоны РФ соотносимы с ранее обнаруженными поведенческими предпосылками снижения показателей психического здоровья населения северных территорий [24].

Тем не менее при интерпретации обнаруженных различий следует учитывать, что на их природу может оказывать влияние достаточно широкий круг факторов, вклад которых в рамках нашего дизайна не может найти надёжную экспликацию. Так, например, «северная» группа сравнения вряд ли может рассматриваться как медианная популяция Арктической зоны. Во-первых, она представлена подростками, существенно различающимися по условиям обучения, и неоднородна по этнокультурному составу. Так, 43 респондента, составивших «северную» группу, обучаются в условиях гимназии малого моногорода, заявляющей приверженность к инновационным подходам в обучении, в частности — высокую степень индивидуализации. Эта группа представлена в основном подростками, составляющими некоренное население, преимущественно русской национальности. Их семьи характеризуются достаточно высоким социально-экономическим статусом. В свою очередь, остальные 112 подростков, представляющих популяцию удалённого изолированного посёлка, относятся к коренному населению (ненцы). Подавляющее большинство этой группы — семьи тундровиков-оленьеводов, они обучаются в поселковой школе в условиях интернатного проживания. В то же время в период обследования и в предшествующей ретроспективе школа-интернат проявляла крайне интенсивную активность в плане привлечения (для решения образовательных и воспитательных задач) дополнительных социальных и культурных ресурсов вплоть до поддержания регулярных социальных, культурных,

исследовательских контактов с представителями научных учреждений и учреждений высшего профессионального образования, в том числе и международного уровня. Таким образом, в каждой из подгрупп, составляющих «северную» группу сравнения, создавались и предпосылки для более высокой оценки привлекательности школьной среды, и предпосылки для формирования более благоприятных оценок уровня благополучия.

Вполне возможно, что именно влиянием этих факторов, характерных для «северной» группы, обусловлена большая привлекательность и более высокие оценки дружелюбия школьной среды. В то же время, в силу действия каких-то скрытых факторов, эти социально-средовые предпосылки не могут нивелировать более низкие показатели, характеризующие субъективное самоощущение подростков Заполярья. Так, при более высоком среднем ранге оценки субъективной защищённости, эмоциональной оценки актуальной ситуации в школе и оценки дружелюбности учителей в этой группе остаётся более выраженными суицидальные переживания и готовность к самозащите и мести.

Таким образом, более детальная оценка вклада социально-средовых, инфраструктурных и социально-географических факторов в формирование тенденций благополучия подростков требует значительного расширения «северной» группы сравнения за счёт увеличения общего объёма выборки и формирования подгрупп сравнения респондентов, проживающих и обучающихся в условиях, сходных с «сибирской» группой и дифференцируемых по этнокультурным признакам. Это позволило бы в перспективе более точно оценить вклад в благополучие подростков со стороны социально-географических и социокультурных факторов, при первичном приближении оказавшихся латентными.

Аналогичные ограничения касаются и результатов сравнения по представленным инфраструктурным характеристикам. Так, например, при равной удалённости от административного центра обследованные школы характеризуются принципиально различной степенью сетевой интеграции с культурно-образовательной инфраструктурой областного центра и прилегающих поселений; различаются по уровню поддержки (в том числе и экономической), обеспечиваемой органами муниципального самоуправления и организациями, ведущими хозяйственную деятельность на территории сельского поселения. Эти обстоятельства расширяют пространство социализации подростков и, по всей видимости, также влияют на тенденции социально-экологического баланса. При этом разрешение вопроса о степени и качестве интеграции школы в сетевое образовательное и культурное пространство во многом определяется не столько инфраструктурными факторами, сколько сложившимися организационно-психологическими условиями в пределах конкретного педагогического коллектива, исторически сложившимися нормами взаимодействия школы с другими участниками социальной жизни — от локального до федерального масштаба [25].

Учёт вклада факторов, подобных перечисленным выше, требует выработки дополнительных переменных и соответствующего преобразования аналитического дизайна. Эти задачи составляют перспективу представленного исследования. В исследовательском отношении это даёт основание для разработки методологических дизайнов, соотносимых с международными практиками исследования качества жизни, благополучия, здоровья и идентичности подростков и молодых людей, проживающих в поселениях различного типа.

Следует учитывать также, что наш анализ осуществлялся на данных опроса подростков, чей возраст варьировал в достаточно широком диапазоне. Размах по отношению к среднему (14,4 года) составил 6 лет. Между тем, и поведенческие стратегии, позволяющие подросткам адаптироваться в социуме, достигая субъективно приемлемого уровня благополучия, и установки проблемного поведения, способные влиять на благополучие подростков в отдалённой перспективе, претерпевают существенную функциональную перестройку от среднего к старшему подростковому возрасту [1]. Не исключено, что стратификация групп сравнения по возрасту позволила бы уточнить полученные результаты. Анализ возрастоспецифических различий в оценках благополучия, социальной среды и поведенческих установках подростков также составляет перспективу нашей работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обнаруженные различия субъективных оценок благополучия подростков, связанные с географическими и инфраструктурными характеристиками поселений, представляют теоретический интерес как вклад в развитие представлений о механизмах достижения социально-экологического баланса благополучия в сельских и малых городских субпопуляциях. Показатели проблемного поведения подростков и субъективная оценка ими своей защищённости, благополучия в актуальный момент и в перспективе будущего, по всей видимости, следует рассматривать как динамические маркеры смещения социально-экологического баланса в ту или иную сторону. В свою очередь, поддержка в школьном окружении, спектр поддерживаемых социальных норм и эталонов способны, по всей видимости, сместить этот баланс.

Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности определения мишеней психологического, социального, организационно-административного воздействия, необходимого для повышения показателей благополучия, безопасности и качества жизни подрастающего поколения в регионах со слабой социальной инфраструктурой.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Благодарности. Авторы признательны О.В. Фёдоровой и Т.Е. Пыжик (директорам МБОУ «Лучановская СОШ» и «Богашёвская

СОШ») за инициацию идеи исследования, организационную и консультативную помощь на начальных этапах его реализации, Е.Г. Арышевой, Ю.И. Унжаковой, С.Б. Лещинской, К.В. Истомину, Д.М. Кузьминой и В.Д. Бодуру за помощь в проведении опроса, кодировании и систематизации эмпирических данных. Авторы благодарны также партнерам Сибирской сети экологических изменений SECNet за организационную и деятельностную поддержку в проведении опроса респондентов, проживающих на труднодоступных территориях Сибири.

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Г.С. Чемерской — подготовка первичной матрицы данных, операционализация дифференцирующих переменных, формулировка и проверка статистических гипотез; подготовка и первичная интерпретация табличного материала; основной текст разделов «Материал и методы» и «Результаты»; редактирование первичного текста статьи; С.В. Тюлюпо — разработка идеи опросника, подготовка и первичная систематизация данных, операционализация переменных, эксплицирующих поведенческие установки, оценку благополучия и характеристики школьной среды; сбор и анализ литературных источников, написание первичного текста (введение, обсуждение, заключение); Б.А. Дашиева — подготовка и первичная систематизация данных, операционализация переменных, эксплицирующих поведенческие установки, оценку благополучия и характеристики школьной среды; сбор и анализ литературных источников, написание первичного текста (введение, обсуждение).

Источник финансирования. Исследование выполнено при поддержке Программы развития Томского государственного университета («Приоритет-2030»), проекта № НУ 2.2.2.22 ОНГ и частично выполнено с использованием возможностей Уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ при финансовой поддержке Минобрнауки России (РФ-2296.61321X0043, договор № 075-722 15-2021-672).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этический комитет. Опрос проводился на основании добровольного информированного согласия подростков и их легитимных представителей. Протокол исследования одобрен этическим комитетом факультета Психологии ТГУ.

ADDITIONAL INFORMATION

Acknowledgments. We thank O.V. Fedorova and T.E. Pyzhik (directors of the MBOU “Luchanovskaya secondary school” and “Bogashevskaya secondary school”) for the research idea, organizational and advisory assistance at the initial stages of the study, E.G. Arysheva, Yu.I. Unzhakova, S.B. Leshchinskaya, K.V. Istomin, D.M. Kuzmina, and V.D. Bodur for their assistance in conducting the survey, coding and systematizing the empirical data. The authors also thank the partners of the Siberian Network for Environmental Change SECNet for organizational and operational support in conducting a survey of respondents living in remote areas of Siberia.

Author contribution. All authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication. G.S. Chemerskoy — preparation of the primary data matrix, operationalization of differentiating variables, formulation and testing of statistical hypotheses; preparation and primary interpretation of tabular material; the main text of the sections “Material and methods” and “Results”; editing the primary text of the article; S.V. Tyulyupo — development of the idea of a questionnaire, preparation and primary systematization of data, operationalization of variables explicating behavioral attitudes, assessment of well-being and characteristics of the school environment; collection and analysis of literary sources, writing the primary text (introduction, discussion, conclusion); B.A. Dashieva — preparation and primary systematization of data, operationalization of variables explicating behavioral attitudes, assessment of well-being and characteristics of the school environment; collection and analysis of literary sources, writing the primary text (introduction, discussion).

Funding source. The study was supported by the Tomsk State University Development Programme (“Priority-2030”), the project №RD 2.2.2.22 RG and partly carried out using the capabilities of the Unique Research Installation “System of experimental bases located along the latitudinal gradient” TSU with financial support from the Ministry of Education and Science of Russia (RF-2296.61321X0043, agreement no. 075-722 15-2021-672).

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. The survey was conducted on the basis of the voluntary informed consent of adolescents and their legal representatives. The study protocol was approved by the ethics committee of the TSU Faculty of Psychology.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буторина Н.Е., Буторин Г.Г. Донозологический этап наркологического поведения в детско-подростковом возрасте // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. 2009. № 2. С. 32–34.
2. Masten A.S. Global Perspectives on Resilience in Children and Youth // *Child Development*. 2014. Vol. 85, N 1. P. 6–20. doi: 10.1111/cdev.12205
3. Ungar M. Community resilience for youth and families: Facilitative physical and social capital in contexts of adversity // *Children and Youth Services Review*. 2011. Vol. 33, N 9. P. 1742–1748. doi: 10.1016/j.childyouth.2011.04.027
4. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Альбицкий В.Ю., и др. Состояние и проблемы здоровья подростков в России // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2014. Т. 22, № 6. С. 10–14.
5. Макушкин Е.В., Чибисова И.А. Дети и подростки в ситуациях социального дистресса // *Журнал неврологии и психиатрии*. им. С.С. Корсакова. 2017. № 11. С. 3–12. doi: 10.17116/jnevro20171171123-12
6. Bronfenbrenner U. The ecology of human development: experiments by nature and design. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press, 1979. 330 p.

7. Hong S., Hardi F., Maguire-Jack K. The moderating role of neighborhood social cohesion on the relationship between early mother-child attachment security and adolescent social skills: Brief report // *Journal of Social and Personal Relationships*. 2023. Vol. 40, N 1. P. 277–287. doi: 10.1177/02654075221118096
8. Балацкий Е.В. Факторы удовлетворенности жизнью: измерение и интегральные показатели // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2005. № 4. С. 42–52. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17941717> Дата обращения: 10.02.2023.
9. Заракровский Г.М., Кулайкин В.И. Объективные и субъективные психологические составляющие качества жизни населения России // *Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики*. 2007. № 3. С. 43–49.
10. Социальное положение и уровень жизни населения России. 2017. Москва : Росстат, 2017. 332 с.
11. Толстов В.Г. Основные тенденции взаимодействия в экосистеме «ребенок — среда обитания» в Республике Коми // *Экология Человека*. 2005. № 1. С. 41–45.
12. Дьякович М.П. Субъективное благополучие, здоровье и связанное с ним качество жизни подростков-ненцев, проживающих в Ямало-Ненецком автономном округе // *Экология Человека*. 2022. Т. 29, № 9. С. 631–641. doi: 10.17816/humeco107427
13. Черникова Е.Г., Пташко Т.Г., Перебейнос А.Е., Сиврикова Н.В. Личностные ценности подростков малого и большого городов и риски в процессе их формирования // *Science for Education Today*. 2019. Т. 9, № 2. С. 215–233. doi: 10.15293/2658-6762.1902.15
14. Тегалева Т.Д., Рыжкова И.В., Петошина С.И. Психосоциальное благополучие школьников Баренцева Евро-Арктического региона (анализ результатов международного научно-исследовательского проекта «Дети Арктики в сети: внедрение модели электронного здоровья школьников в Баренцевом регионе»). В: отв. ред. Чигишева О.П. Грантовая научно-исследовательская и научно-образовательная деятельность: цели, технологии, результаты. Т. 3. Ростов-на-Дону: ООО Международный исследовательский центр «Научное сотрудничество» (Ростов-на-Дону), 2016. С. 83–110.
15. Sohlman E., Kostenius C., Johansen O.M., et al., editors. *ArctiChildrenInNet. Empowering School eHealth Model in the Barents Region*. [Internet]. Rovaniemi : Lapland University of Applied Sciences, 2015 [cited 2023 Feb 15]. Available from: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87759/ArctiChildren%20B%20202015%20v2.pdf?sequence=4>
16. Farrugia D., Smyth J., Harrison T. Rural young people in late modernity: Place, globalisation and the spatial contours of identity // *Current Sociology*. 2014. Vol. 62, N 7. P. 1036–1054. doi: 10.1177/0011392114538959
17. John-Akinola Y.O., Gabhainn S.N. Socio-ecological school environments and children's health and wellbeing outcomes // *Health Education*. 2015. Vol. 115, N 3–4. P. 420–434. doi: 10.1108/HE-03-2014-0041
18. Умняшова И.Б. Анализ подходов к оценке психологического благополучия школьников // *Вестник практической психологии образования*. 2019. Т. 16, № 3. С. 94–105. doi: 10.17759/bppe.2019160306
19. Тюлюпо С.В., Дашиева Б.А. Проблемы популяционной оценки риска правонарушений среди учащихся общеобразовательных школ // *Научно-педагогическое обозрение*. 2019. № 5. С. 189–200. doi: 10.23951/2307-6127-2019-5-189-200
20. Iacobucci D., Duhachek A. Advancing Alpha: Measuring Reliability with Confidence // *Journal of Consumer Psychology*. 2003. Vol. 13, № 4. P. 478–487 [cited 2023 Feb 15]. Available from: <https://www.jstor.org/stable/1480245>
21. Баева И.А. Психологическая безопасность образовательной среды как ресурс психического здоровья субъектов образования // *Психологическая наука и образование*. 2012. Т. 17, № 4. С. 11–17.
22. Theron L., Cameron C.A., Didkowsky N., et al. A «Day in the Lives» of Four Resilient Youths: Cultural Roots of Resilience // *Youth & Society*. 2011. Vol. 43. № 3. P. 799–818. doi: 10.1177/0044118X11402853
23. Лещенко Я.А. Социально-экологические основы системного исследования качества жизни населения города // *Экология Человека*. 2011. № 10. С. 42–47.
24. Чашин В.П., Ковшов А.А., Гудков А.Б., Моргунов Б.А. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера // *Экология Человека*. 2016. Т. 23, № 6. С. 3–8. doi: 10.33396/1728-0869-2016-6-3-8
25. Лебедева И.В., Арифулина Р.У. Научно-методическое сопровождение процесса создания инновационной среды школы // *Современные Наукоемкие Технологии*. 2016. № 6–2. С. 364–368.

REFERENCES

1. Butorina NE, Butorin GG. Pre-nosological stage of addictive behavior in childhood-adolescence. *Siberian Herald of Psychiatry and Addiction Psychiatry*. 2009;(2):32–34.
2. Masten AS. Global Perspectives on Resilience in Children and Youth. *Child Development*. 2014;85(1):6–20. doi: 10.1111/cdev.12205
3. Ungar M. Community resilience for youth and families: Facilitative physical and social capital in contexts of adversity. *Children and Youth Services Review*. 2011;33(9):1742–1748. doi: 10.1016/j.childyouth.2011.04.027
4. Baranov AA, Namazova-Baranova LS, Albitskii VYu, et al. The condition and problems of adolescents' health in Russia. *Problemi socialnoii gigieni, zdravoochranenia i istorii medicini*. 2014;22(6):10–14. (In Russ).
5. Makushkin EV, Chibisova IA. Children and adolescents in situations of social distress. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2017;(11):3–12. (In Russ). doi: 10.17116/jnevro201711171123-12
6. Bronfenbrenner U. *The ecology of human development: experiments by nature and design*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press; 1979. 330 p.
7. Hong S, Hardi F, Maguire-Jack K. The moderating role of neighborhood social cohesion on the relationship between early mother-child attachment security and adolescent social

- skills: Brief report. *Journal of Social and Personal Relationships*. 2023;40(1):277–287.
doi: 10.1177/02654075221118096
8. Balatsky YeV. Life satisfaction factors: measurement and integral indicators. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny*. 2005;(4):42–52. (In Russ). [cited 2023 Feb 10]. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17941717>
 9. Zarakovskij GM, Kulajkin VI. Ob'ektivnye i sub'ektivnye psihologicheskie sostavlyayushchie kachestva zhizni naseleniya Rossii. *Chelovecheskij faktor: problemy psikhologii i ergonomiki*. 2007;(3):43–49. (In Russ).
 10. *Social'noe polozhenie i uroven' zhizni naseleniya Rossii*. 2017. Moscow: Rosstat, 2017. 332 p. (In Russ).
 11. Tolstov VG. The main tendencies of interaction in ecosystem «Child — Environment» in Komi Republic. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2005;(1):41–45. (In Russ).
 12. Dyakovich MP. Subjective wellbeing, health, and health-related quality of life of Nenets adolescents living in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2022; 29(9):631–641. doi: 10.17816/humeco107427
 13. Chernikova EG, Ptashko TG, Perebeynos AE, Sivrikova NV. Adolescents' personal values in towns and cities and risks in their development. *Science for Education Today*. 2019;(2):215–233. doi: 10.15293/2658-6762.1902.15
 14. Tegaleva TD, Ryzhkova IV, Petoshina SI. Psihosocial'noe blagopoluchie shkol'nikov Barentseva Evro-Arkticheskogo regiona (analiz rezul'tatov mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo proekta «Deti Arktiki v seti: vnedrenie modeli elektronnoho zdorov'ya shkol'nikov v Barentsevom regione»). In: Chigisheva OP, editor. *Grantovaya nauchno-issledovatel'skaya i nauchno-obrazovatel'naya deyatel'nost': celi, tekhnologii, rezul'taty*. Vol. 3. Rostov-on-Don: Mezhdunarodnyj issledovatel'skij centr «Nauchnoe sotrudnichestvo» (Rostov-na-Donu), 2016, 2016. C. 83–110. (In Russ).
 15. Sohlman E, Kostenius C, Johansen OM, et al., editors. *ArctiChildrenInNet. Empowering School eHealth Model in the Barents Region* [Internet]. Rovaniemi: Lapland University of Applied Sciences, 2015. [cited 2023 Feb 15]. Available from: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87759/ArctiChildren%20B%20202015%20v2.pdf?sequence=4>
 16. Farrugia D, Smyth J, Harrison T. Rural young people in late modernity: Place, globalisation and the spatial contours of identity. *Current Sociology*. 2014;62(7):1036–1054. doi: 10.1177/0011392114538959
 17. John-Akinola YO, Gabhainn SN. Socio-ecological school environments and children's health and wellbeing outcomes. *Health Education*. 2015;115(3–4):420–434. doi: 10.1108/he-03-2014-0041
 18. Umnyashova IB. Analysis of approaches to the assessment of psychological well-being of students. *Vestnik prakticheskoi psikhologii obrazovaniya*. 2019;16(3):94–105. (In Russ). doi: 10.17759/bppe.2019160306
 19. Tyulyupo SV, Dashiyeva BA. The problems of population assessment of the offenses risk among pupils in comprehensive schools. *Pedagogical Review*. 2019;(5):189–200. doi: 10.23951/2307-6127-2019-5-189-200
 20. Iacobucci D, Duhachek A. Advancing Alpha: Measuring Reliability with Confidence. *Journal of Consumer Psychology*. 2003;13(4):478–487 [cited 2023 Feb 15]. Available from: <https://www.jstor.org/stable/1480245>
 21. Baeva IA. Mental health of adolescents. How to support it? *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie (Psychological Science and Education)*. 2012;17(4):11–17. (In Russ).
 22. Theron L, Cameron CA, Didkowsky N, et al. A «Day in the Lives» of Four Resilient Youths: Cultural Roots of Resilience. *Youth & Society*. 2011;43(3):799–818. doi: 10.1177/0044118X11402853
 23. Leshchenko YaA. Social-ecological grounds of systemic study of urban population life quality. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2011;(10):42–47.
 24. Chashchin VP, Kovshov AA, Gudkov AB, Morgunov BA. Socioeconomic and behavioral risk factors of disabilities among the indigenous population in the Far North. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(6):3–8. doi: 10.33396/1728-0869-2016-6-3-8
 25. Lebedeva IV, Arifulina RU. Scientific methods of tracking the process of creating the innovation medium of the school. *Modern high technologies*. 2016;(6–2):364–368.

ОБ АВТОРАХ

* Тюлюпо Светлана Владимировна, к.псих.н.;
адрес: Российская Федерация, 634050, Томск,
ул. Московский тракт, д. 8;
ORCID: 0000-0002-0272-3582;
eLibrary SPIN: 3631-4680;
e-mail: svetdy@mail.ru

Чемерской Григорий Сергеевич;
ORCID: 0000-0003-2618-4701;
eLibrary SPIN: 8918-7408;
e-mail: grchemerskoy@yandex.ru

Дашиева Баирма Антоновна, д.м.н.;
ORCID: 0000-0003-3755-2952;
eLibrary SPIN: 5331-8378;
e-mail: bairma2009@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Svetlana V. Tyulyupo, Cand. Sci. (Psychol.);
address: 8 Moskovskij trakt st., 634050, Tomsk, Russian Federation;
ORCID: 0000-0002-0272-3582;
eLibrary SPIN: 3631-4680;
e-mail: svetdy@mail.ru

Grigory S. Chemerskoy;
ORCID: 0000-0003-2618-4701;
eLibrary SPIN: 8918-7408;
e-mail: grchemerskoy@yandex.ru

Bairma A. Dashieva, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-3755-2952;
eLibrary SPIN: 5331-8378;
e-mail: bairma2009@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco409629>

Элементный статус и психологическая предрасположенность населения России к девиантному поведению

А.Б. Мулик¹, Н.О. Назаров², И.В. Улесикова¹, В.В. Юсупов^{1, 3}, Г.А. Срослова⁴, А.Г. Соловьев⁵, Ю.А. Шатыр⁴

¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Клиническая больница № 5, Волгоград, Российская Федерация;

³ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

⁴ Волгоградский государственный университет, Волгоград, Российская Федерация;

⁵ Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Одним из наиболее значимых факторов окружающей среды является геохимическая структура и соответствующий химический состав почв и вод местности, формирующий элементный статус населения конкретной территории. При этом отсутствуют данные о системных связях элементного статуса жителей России с выраженностью показателей проявления различных векторов девиантного поведения.

Цель. Определить потенциальную роль химических факторов окружающей среды в формировании предпосылок развития различных векторов девиантного поведения у мужчин и женщин в группах населения, объединённых территориями проживания в границах Российской Федерации.

Материал и методы. В исследовании участвовало 1815 студентов, постоянно проживающих на территориях 14 регионов России. Элементный статус определялся по содержанию 25 химических элементов в пробах волос. По совокупности стандартных показателей психологического статуса оценивали риск развития различных векторов девиантного поведения.

Результаты. Реактивная агрессивность у мужчин отрицательно связана с содержанием в организме калия ($p=0,016$), натрия ($p=0,05$) и бериллия ($p=0,044$), а у женщин — положительно связана с содержанием цинка ($p=0,005$). Депрессивность и уровень суицидальных идеаций проявляют системные связи у мужчин — с дефицитом лития ($p=0,018$ и $p=0,022$), а у женщин — с дефицитом селена ($p=0,004$ и $p=0,001$). Риск алкоголизации статистически значимо отрицательно связан у мужчин с содержанием в организме цинка ($p=0,001$), лития ($p=0,026$), селена ($p=0,027$) и кальция ($p=0,049$), а у женщин — с содержанием бора ($p=0,02$) и фосфора ($p=0,044$). Уровень потребления наркотических веществ статистически значимо положительно связан у мужчин с содержанием в организме кремния ($p<0,001$), никеля ($p=0,002$), магния ($p=0,005$), свинца ($p=0,007$), селена ($p=0,011$) и олова ($p=0,012$), а у женщин — с содержанием алюминия ($p=0,005$), селена ($p=0,021$) и железа ($p=0,05$).

Заключение. Конкретизирована потенциальная роль биологически значимых химических элементов в формировании предпосылок развития различных векторов девиантного поведения.

Ключевые слова: элементный статус; девиантное поведение; агрессия; суицид; социальная деструктивность; химические аддикции.

Как цитировать:

Мулик А.Б., Назаров Н.О., Улесикова И.В., Юсупов В.В., Срослова Г.А., Соловьев А.Г., Шатыр Ю.А. Элементный статус и психологическая предрасположенность населения России к девиантному поведению // Экология человека. 2023. Т. 30. № 6. С. 457–467. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco409629>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco409629>

Elemental status and psychological predisposition of the Russian population to deviant behavior

Alexander B. Mulik¹, Nikita O. Nazarov², Irina V. Ulesikova¹, Vladislav V. Yusupov^{1, 3}, Galina A. Sroslova⁴, Andrey G. Soloviev⁵, Yulia A. Shatyr⁴

¹ S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russian Federation;

² Clinical Hospital № 5, Volgograd, Russian Federation;

³ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation;

⁴ Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation;

⁵ Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: One of the most crucial environmental factors is the geochemical structure and chemical composition of the soils and waters in a given area, as they directly influence the elemental status of the population residing there. However, there is currently a lack of data regarding the associations between the elemental status of Russian residents and the severity of indicators related to deviant behavior.

AIM: To study the potential influence of chemical environmental factors on the development of deviant behavior in men and women residing in the Russian Federation.

MATERIAL AND METHODS: The study involved 1815 students who were permanent residents of the 14 regions of Russia. The elemental status was determined by concentrations of 25 chemical elements in hair samples. A set of standard indicators of psychological status was employed to assess the risk of developing deviant behavior in the study participants. Associations between hair concentrations of the elements and psychological status were studied by correlation analysis.

RESULTS: Reactive aggressiveness was negatively associated with the concentration of potassium ($p=0.016$), sodium ($p=0.05$) and beryllium ($p=0.044$) in men, while it was positively associated with the concentration of zinc ($p=0.005$) in women. Depression and the level of suicidal ideation were associated with lithium deficiency ($p=0.018$ and $p=0.022$) in men and with selenium deficiency in women ($p=0.004$ and $p=0.001$). The risk of alcoholism was inversely associated with the content of zinc ($p=0.001$), lithium ($p=0.026$), selenium ($p=0.027$) and calcium ($p=0.049$) in men while in women the significant associations were found for boron ($p=0.02$) and phosphorus ($p=0.044$). Drug consumption was positively associated with hair concentrations of silicon ($p<0.001$), nickel ($p=0.002$), magnesium ($p=0.005$), lead ($p=0.007$), selenium ($p=0.011$) and tin ($p=0.012$) in men and with aluminum ($p=0.005$), selenium ($p=0.021$) and iron ($p=0.05$) in women.

CONCLUSION: Our study provide the evidence on the associations between chemical elements some prerequisites for the development of deviant behavior in Russia.

Keywords: elemental status; deviant behavior; aggression; suicide; social destructiveness; chemical addictions.

To cite this article:

Mulik AB, Nazarov NO, Ulesikova IV, Yusupov VV, Sroslova GA, Soloviev AG, Shatyr YuA. Elemental status and psychological predisposition of the Russian population to deviant behavior. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(6):457–467. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco409629>

ОБОСНОВАНИЕ

Основой формирования сложных, в том числе девиантных форм поведения, в той или иной степени является мотивационное состояние, обусловленное актуализированными потребностями индивида. Многообразие векторов поведенческой реализации мотивационных состояний определяется индивидуальным сочетанием физиологических, психофизиологических и психологических свойств человека, а также внешними обстоятельствами различной природы. По существу, поведение является компонентом системы гомеостаза, участвующим в комплексном реагировании индивида на внешние и внутренние стимулы для достижения полезного результата в конкретных условиях среды обитания [1, 2]. Исходя из этого, следует предположить, что популяционные особенности проявления девиантного поведения в значительной мере будут зависеть от генетических и фенотипических характеристик населения отдельных территорий, наделённых различными сочетаниями природных и антропогенных факторов среды [3, 4].

Одним из наиболее значимых факторов средового воздействия на жителей отдельных территорий является геохимическая структура и соответствующий химический состав почв и вод местности. В целом, территория Российской Федерации, обладая широким спектром ландшафтно-геохимических районов, предполагает множество вариантов сочетаний химических элементов и их соединений в окружающей среде. В зависимости от концентрации различных макро- и микроэлементов в среде обитания, пище и воде, формируется элементный статус населения конкретной территории.

В ряде работ обоснована роль химических элементов в формировании предпосылок к развитию девиантных форм поведения у человека. Так, показано влияние повышенного содержания сульфата марганца, хлорида алюминия, ацетата свинца и хлорида меди на снижение уровня агрессии [5, 6]. Совокупный дефицит натрия, фосфора, магния, калия, меди и избыток алюминия, ртути, олова, железа, кремния, кальция, лития связаны с проявлением агрессивного поведения [7, 8]. Наряду с этим имеются сведения, что недостаток магния способствует развитию тревожности и депрессивных состояний [9, 10]. Комплексный дефицит магния, цинка, хрома и кальция формирует склонность человека к суициду [11]. Также имеются сведения о влиянии повышенного содержания мышьяка на предрасположенность к аутоагрессии [12]. Недостаток железа и цинка связан со снижением когнитивного и эмоционального состояния у женщин в пременопаузе [13]. Низкий уровень содержания кальция, железа, селена и цинка увеличивает риск развития депрессии у женщин [14]. Комплексный дефицит железа и йода в пренатальный период развития обуславливает снижение интеллектуальных способностей человека [15]. Повышенное содержание цинка связано с риском развития химических аддикций [16].

В результате ранее выполненных собственных исследований определено, что избыток ртути, вне зависимости от пола и особенностей психологического статуса, оказывает угнетающее действие на психоэмоциональное состояние человека. Комбинация повышенного содержания бора, магния и кальция прямо связана с уровнем фрустрации у мужчин и женщин [17].

Представленные исследования свидетельствуют о существенном влиянии ряда химических элементов на психоэмоциональное состояние и когнитивный потенциал человека. Однако отсутствуют данные о системных связях элементного статуса жителей России с выраженностью показателей проявления различных векторов девиантного поведения. Кроме этого, в большинстве работ не учитывается половая принадлежность участников исследования.

Цель исследования. Определение потенциальной роли химических факторов окружающей среды в формировании предпосылок развития различных векторов девиантного поведения у мужчин и женщин в группах населения, объединённых территорией проживания в границах Российской Федерации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На основе картографического материала из Национального атласа России [18] было выделено четырнадцать модельных регионов РФ, расположенных на территориях, наиболее полно наделённых основными комбинациями биогеохимических факторов среды, потенциально значимых для жизнедеятельности человека: Архангельская область, Республика Карелия, Ленинградская область, Вологодская область, Челябинская область, Республика Алтай, Приморский край, Самарская область, Воронежская область, Саратовская область, Волгоградская область, Ставропольский край, Республика Калмыкия, Республика Крым.

Всего в исследовании участвовало 1815 студентов, мужчин и женщин 18–28-летнего возраста, постоянно проживающих на территориях модельных регионов России. Исследование проводилось в очном режиме, анонимно, с ноября 2020 по май 2022 гг. Все работы выполнялись в соответствии с принципами Всеобщей декларации о биоэтике и правах человека (ст. 4 «Благо и вред», ст. 5 «Самостоятельность и индивидуальная ответственность», ст. 6 «Согласие», ст. 9 «Неприкосновенность частной жизни и конфиденциальность»).

Элементный статус задействованных в исследовании студентов (по 25 мужчин и 25 женщин — представителей каждого модельного региона) определялся по содержанию микро- и макроэлементов (Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, V, Zn) в пробах волос. Для этого применялись стандартные методы атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Химический анализ биологического

материала выполнялся в АНО «Центр биотической медицины» (Москва).

В качестве показателей риска совершения насильственных преступлений на основе Фрайбургского личностного опросника (FPI) учитывали агрессивность спонтанную и агрессивность реактивную [19]. Риск самоубийства оценивали по уровню депрессивности (FPI) [19] и наличию суицидальных идеаций, определяемых по модулю суицидальных идей Колумбийской шкалы серьезности суицидальных намерений (C-SSRS) [20]. Склонность к опасным для себя и окружающих рискованным действиям, предпринимаемым в расчёте на случайный успех с мотивированной преимущественно потребностью в ярких впечатлениях и острых ощущениях, оценивали по степени авантюристичности (А. Чичин) [21]. Активное анти-социальное поведение, реализуемое во всех сферах жизнедеятельности и направленное на удовлетворение собственных интересов при игнорировании запросов других людей, оценивали по уровню социальной деструктивности [22]. Для выявления склонности к химическим аддикциям респондентам предлагали ретроспективно оценить своё психоэмоциональное и функциональное состояние после первого сознательного употребления алкогольных напитков. Кроме этого, предлагали ответить на вопрос о приёме наркотических веществ. В качестве показателей риска формирования химических аддикций учитывались позитивные ощущения от первого принятия алкоголя, а также опыт употребления наркотических веществ [23].

Статистический анализ связей исследуемых показателей выполняли в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проведению экологических исследований, путём расчета коэффициента корреляции r -Спирмена [24]. Формирование базы первичной информации и её последующую статистическую обработку осуществляли в программах Statistica 6.0 (Statsoft Inc., USA), MS Excel 2007 (12.0.6611.1000) (Microsoft).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ связей показателей склонности человека к девиантным формам поведения с уровнем содержания 25 химических элементов выявил ряд значимых результатов. По показателям риска совершения насильственных преступлений агрессивность спонтанная статистически значимо отрицательно коррелирует только в группе женщин с содержанием в организме мышьяка ($r=-0,598$, $p=0,019$) и кадмия ($r=-0,521$, $p=0,046$). В то же время агрессивность реактивная характеризуется статистически значимой связью и тенденцией к статистически значимой связи ($p < 0,1$) с содержанием нескольких микро- и макроэлементов как у мужчин, так и у женщин (рис. 1).

Результаты анализа показателей риска аутоагрессии выявили, что и депрессивность, и уровень суицидальных идеаций имеют системные связи с содержанием целого ряда биологически значимых химических элементов (рис. 2 и 3).

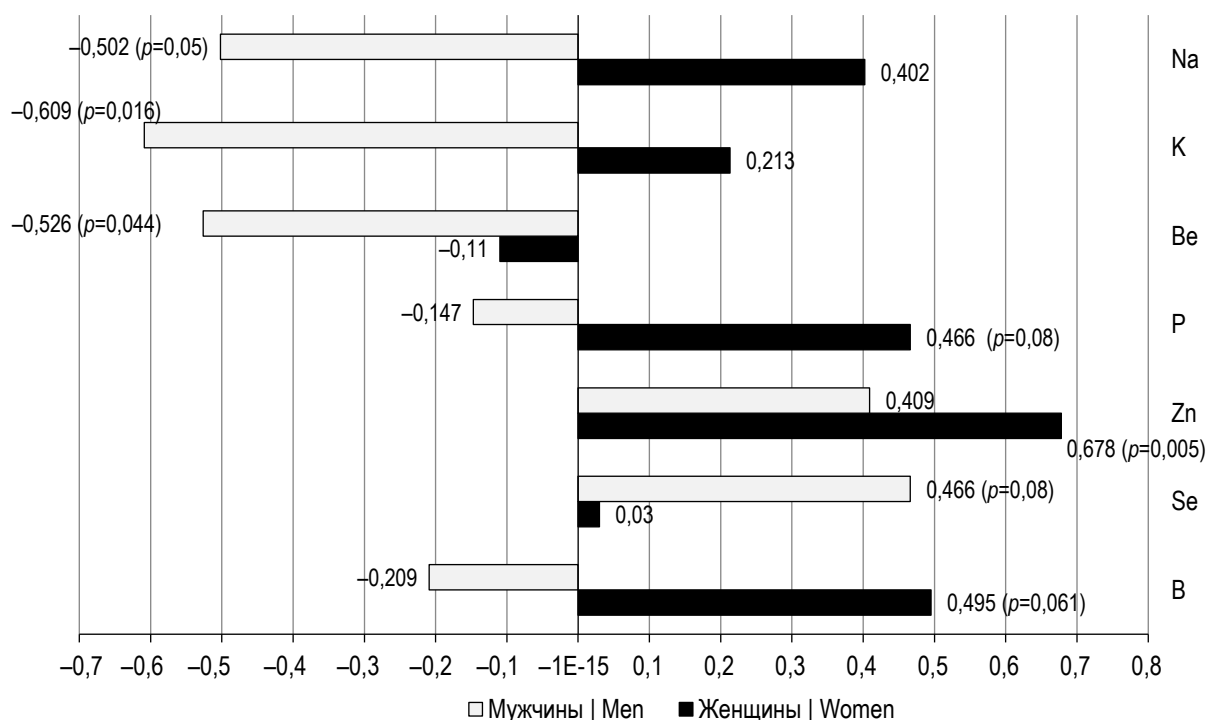


Рис. 1. Корреляционные связи уровня агрессивности реактивной с содержанием химических элементов в организме мужчин и женщин.

Примечание: Na — натрий, K — калий, Be — бериллий, P — фосфор, Zn — цинк, Se — селен, B — бор.

Fig. 1. Correlations between the level of reactive aggressiveness and concentrations of chemical elements in men and women.

Note: Na — sodium, K — potassium, Be — beryllium, P — phosphorus, Zn — zinc, Se — selenium, B — boron.

Авантюренность, как показатель рискованного поведения, имеет статистически значимые прямые корреляционные связи только у женщин с содержанием в организме селена ($r=0,676$, $p=0,006$), алюминия ($r=0,585$, $p=0,022$) и свинца ($r=0,615$, $p=0,015$).

Социальная деструктивность, отражающая активное антисоциальное поведение, статистически значимо

положительно коррелирует с содержанием ряда микро- и макроэлементов в организме мужчин и женщин (рис. 4).

Показатели риска развития химических аддикций демонстрируют широкий спектр связей с содержанием микро- и макроэлементов как по позитивному опыту первого принятия алкоголя (рис. 5), так и по уровню употребления наркотических веществ (рис. 6).

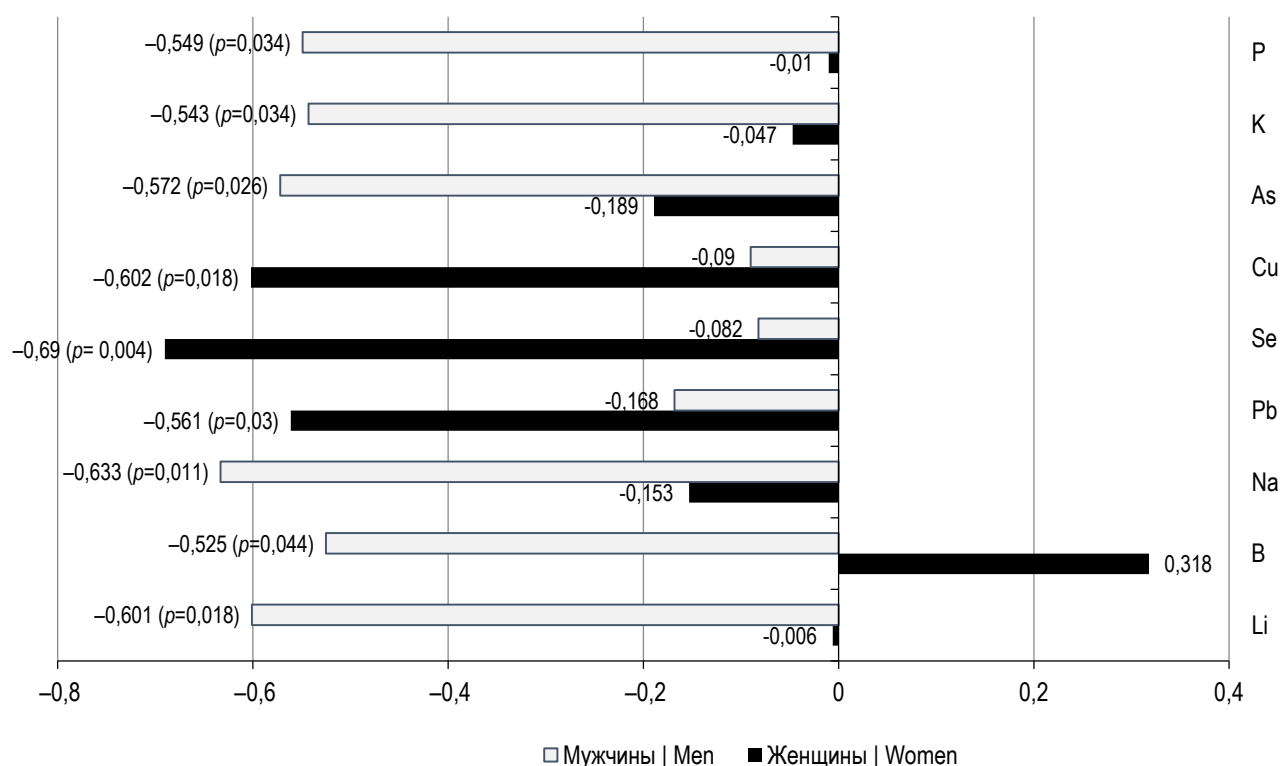


Рис. 2. Корреляционные связи уровня депрессивности с содержанием химических элементов в организме мужчин и женщин. Примечание: P — фосфор, K — калий, As — мышьяк, Cu — медь, Se — селен, Pb — свинец, Na — натрий, B — бор, Li — литий.

Fig. 2. Correlations between the level of depression and concentrations of chemical elements in men and women.

Note: P — phosphorus, K — potassium, As — arsenic, Cu — copper, Se — selenium, Pb — lead, Na — sodium, B — boron, Li — lithium.

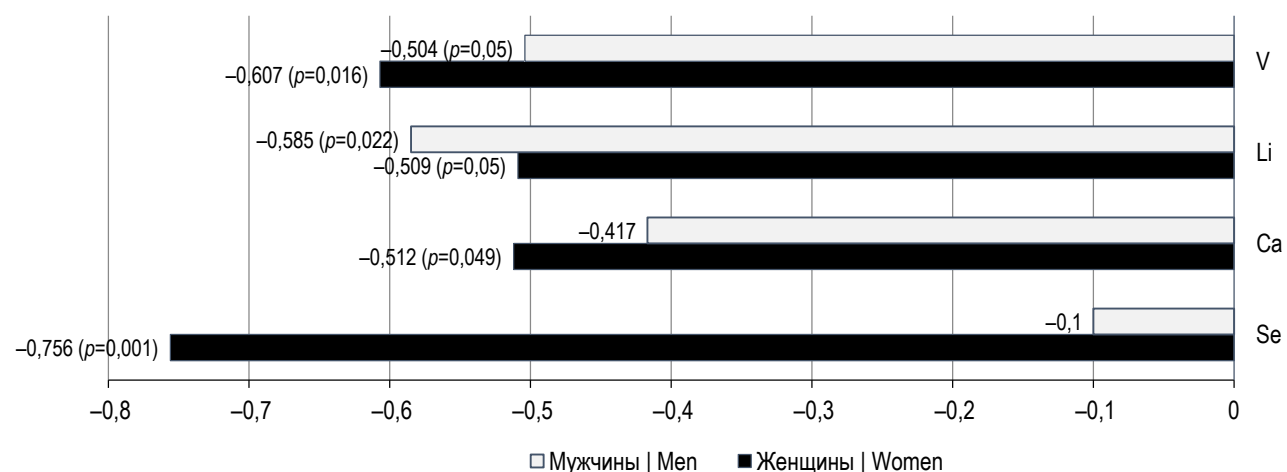


Рис. 3. Корреляционные связи уровня суицидальных идей с содержанием химических элементов в организме мужчин и женщин.

Примечание: V — ванадий, Li — литий, Ca — кальций, Se — селен.

Fig. 3. Correlations between the level of suicidal ideation and concentrations of chemical elements in men and women.

Note: V — vanadium, Li — lithium, Ca — calcium, Se — selenium.

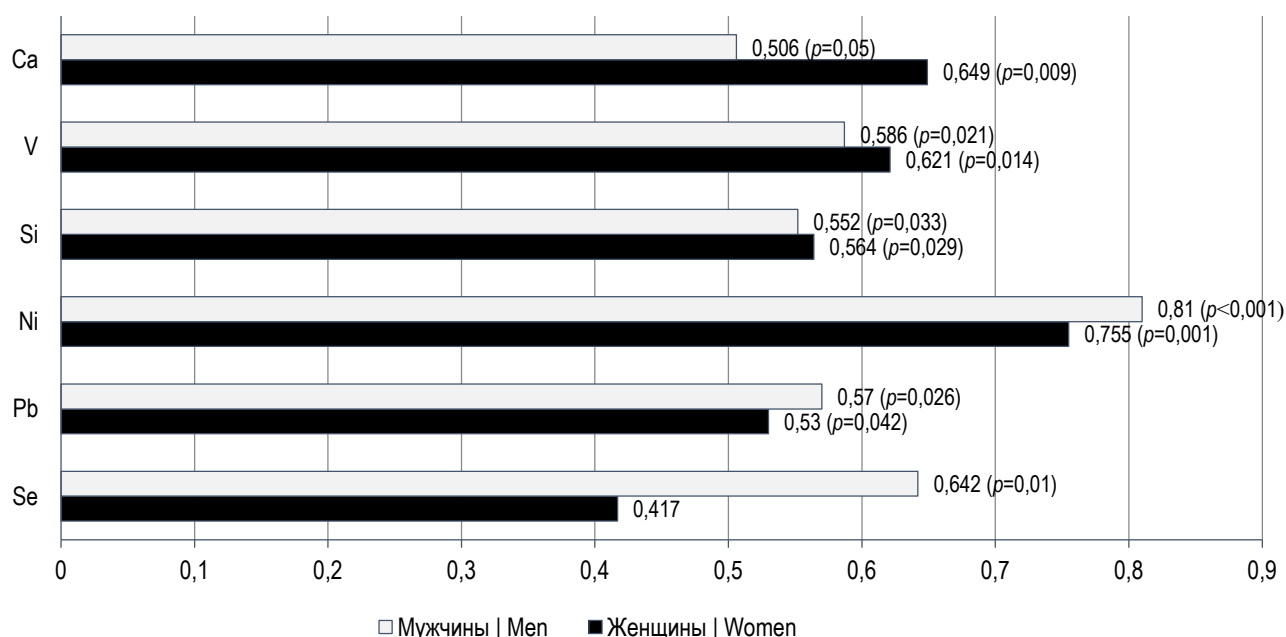


Рис. 4. Корреляционные связи уровня социальной деструктивности с содержанием химических элементов в организме мужчин и женщин.

Примечание: Ca — кальций, V — ванадий, Si — кремний, Ni — никель, Pb — свинец, Se — селен.

Fig. 4. Correlations between the level of social destructiveness and concentrations of chemical elements in men and women.

Note: Ca — calcium, V — vanadium, Si — silicon, Ni — nickel, Pb — lead, Se — selenium.

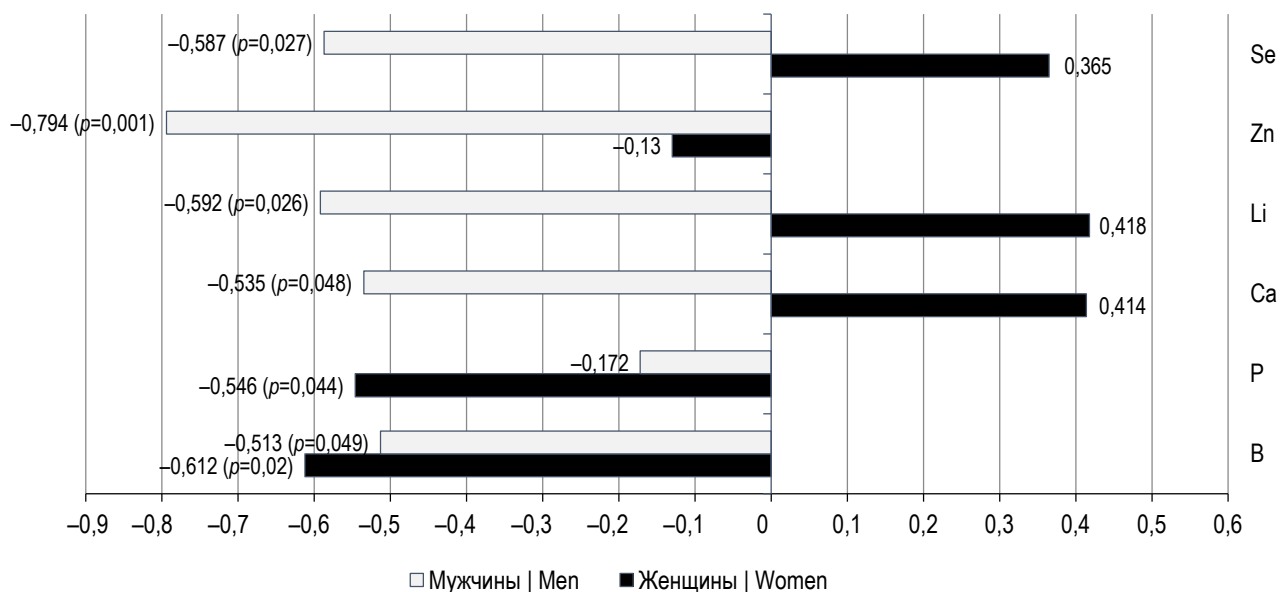


Рис. 5. Корреляционные связи позитивного опыта первого принятия алкоголя с содержанием химических элементов в организме мужчин и женщин.

Примечание: Se — селен, Zn — цинк, Li — литий, Ca — кальций, P — фосфор, B — бор.

Fig. 5. Correlations between positive experience of the first alcohol intake and concentrations of chemical elements in men and women.

Note: Se — selenium, Zn — zinc, Li — lithium, Ca — calcium, P — phosphorus, B — boron.

ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные результаты позволяют выделить основные комбинации микро- и макроэлементов, потенциально влияющие на формирование отдельных форм девиантного поведения человека. При этом отрицательная

корреляционная связь уровня спонтанной агрессивности с содержанием в организме мышьяка и кадмия у женщин, видимо, обусловлена тем, что данные химические элементы, обладая нейротоксическим действием, угнетают активность центральной нервной системы, что снижает эндогенно обусловленную спонтанную агрессивность.

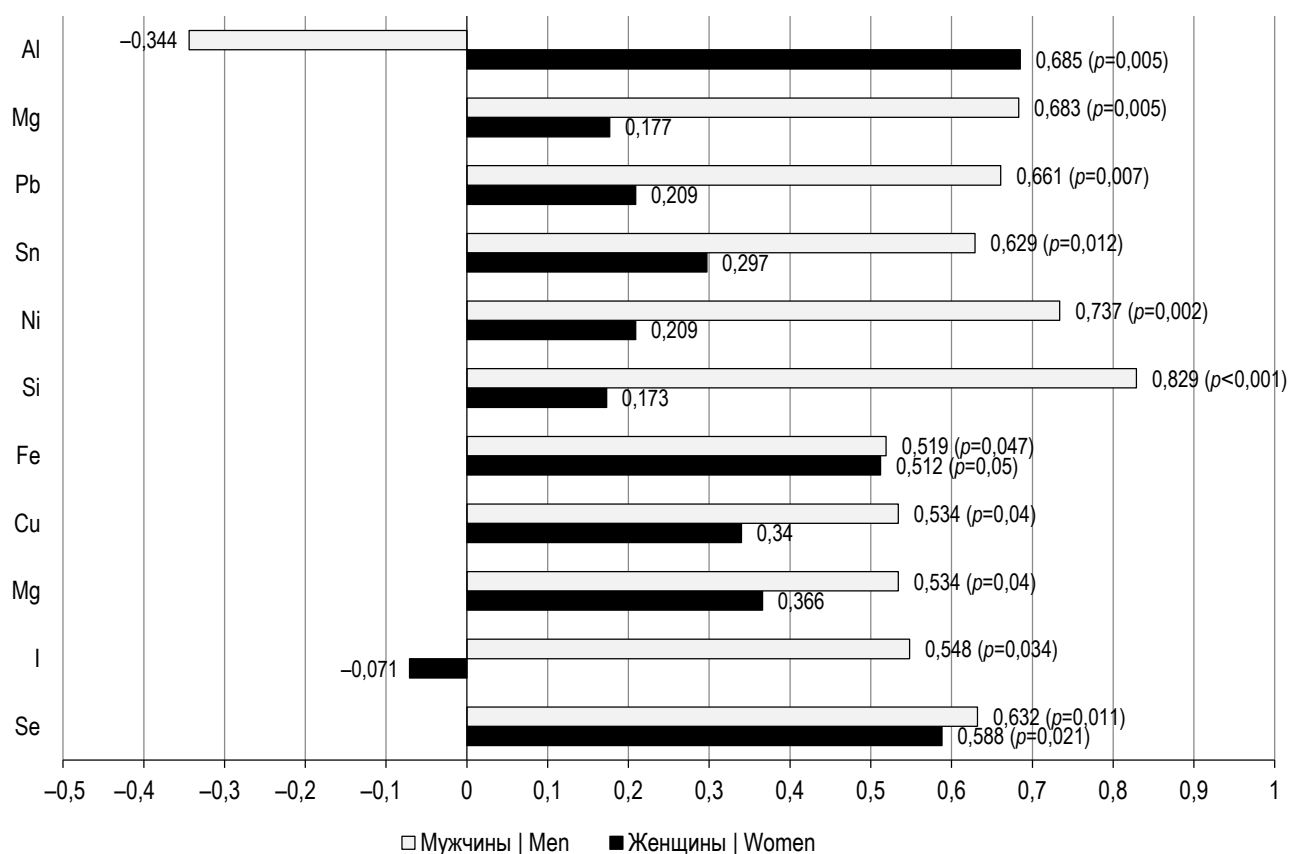


Рис. 6. Корреляционные связи уровня употребления наркотических веществ с содержанием химических элементов в организме мужчин и женщин.

Примечание: Al — алюминий, Mg — магний, Pb — свинец, Sn — олово, Ni — никель, Si — кремний, Fe — железо, Cu — медь, Mn — марганец, I — йод, Se — селен.

Fig. 6. Correlations between the level of drug use and concentrations of chemical elements in men and women.

Note: Al — aluminum, Mg — magnesium, Pb — lead, Sn — tin, Ni — nickel, Si — silicon, Fe — iron, Cu — copper, Mn — manganese, I — iodine, Se — selenium.

Реактивная агрессивность у мужчин отрицательно связана с содержанием в организме калия, натрия и бериллия, а у женщин — положительно связана с содержанием цинка. В целом дефицит калия и натрия негативно влияет на передачу нервных импульсов в организме. Совместно с ионами калия натрий стимулирует АТФазную активность фракций клеточных мембран, стабилизирует симпатический отдел нервной системы, а недостаток этих элементов провоцирует симпатикотонию, проявляющуюся в эмоциональной лабильности, повышенной возбудимости и формировании агрессивных реакций. Физиологическая роль бериллия недостаточно изучена, однако его дефицит негативно сказывается на реализации практически всех функций в организме человека. Положительная связь содержания цинка с реактивной агрессивностью у женщин может быть обусловлена известным эффектом как от избытка, так и от его недостатка, проявляющимся в раздражительности и быстрой утомляемости.

В отношении риска аутоагрессивного поведения оба анализируемых показателя (депрессивность и уровень суицидальных идеаций) за единичным исключением

демонстрируют выраженную обратную связь с содержанием биологически значимых химических элементов. При этом в группе мужчин статистически значимая связь дефицита лития сопряжена как с депрессивностью, так и с суицидальными идеациями, а в группе женщин аналогичная комплексная связь показателей аутоагрессивного поведения проявляется с дефицитом селена. Как известно, литий и селен в нормальных концентрациях способствуют формированию положительных психических состояний человека, однако в данном случае выявлена существенная специфика проявления дефицита этих элементов у мужчин и у женщин, связанная с риском суицида.

Социальная деструктивность без всяких исключений коррелирует с избытком одних и тех же химических элементов в организме и мужчин, и женщин. Наибольшей выраженностью потенциального влияния на формирование социальной деструктивности человека обладает никель ($p < 0,001$). При больших концентрациях никеля в организме ионы этого металла нарушают процесс посттрансляционного гликозилирования дофамин-бета-гидроксилазы, который участвует в образовании норадреналина

из дофамина. Норадреналин в свою очередь является нейромедиатором, активирующим адаптивные и когнитивные функции. Соответственно, при недостатке норадреналина у человека формируются предпосылки к социальной дезадаптации и социальной деструктивности.

Анализ данных по показателям риска химических аддикций позволяет выделить ряд принципиальных позиций в отношении изучаемых взаимосвязей. Во-первых, как по показателю алкоголизации, так и по показателю востребованности наркотических веществ, определён особый набор химических элементов, характерный для каждой из представленных аддикций. Во-вторых, видимо, только при наличии совокупности дефицита или избытка по каждой позиции выявленных микро- и макроэлементов актуализируется востребованность тех или иных психоактивных веществ (ПАВ). В-третьих, существует половая дифференциация направленности и выраженности связей показателей востребованности ПАВ с уровнем содержания биологически значимых химических элементов. При этом позитивный опыт первого употребления алкоголя, несомненно, связан с биологической предрасположенностью к востребованности адаптогенов, которая вероятно обусловлена прежде всего дефицитом селена, цинка, лития и кальция у мужчин, а также дефицитом фосфора и бора у женщин. Недостаток данных химических элементов, ответственных за формирование положительных психических состояний человека, по всей вероятности, инициирует эндогенную потребность в адаптогенах, одним из которых является алкоголь. Инициация приёма наркотических веществ как у мужчин, так и у женщин, видимо, в большей степени связана с избытком химических элементов, вызывающих апатию и равнодушие (магний), рискованное поведение (марганец, свинец), снижающих психоэмоциональную реактивность человека (селен).

Представленные данные расширяют понимание механизмов потенциального влияния ряда биологически значимых химических элементов, широко распространённых в среде обитания, на формирование предпосылок развития различных векторов девиантного поведения у мужчин и женщин в группах населения, объединённых территорией проживания в границах Российской Федерации. Системный учёт региональных геохимических факторов среды жизнедеятельности позволит оптимизировать прогнозирование специфики и выраженности рисков девиаций у населения.

Вместе с тем, следует иметь в виду, что предпринятое экологическое исследование не обеспечивает выявления причинно-следственных связей элементного статуса и психологической предрасположенности населения России к девиантному поведению. Также необходимо принимать во внимание феномен экологической ошибки (ecological fallacy), определяющий невозможность применения выявленных на популяционном уровне ассоциаций между анализируемыми признаками к конкретному представителю исследуемых групп населения [24].

Основным результатом выполненного исследования явилось формирование гипотезы об обусловленности отдельных форм девиантного поведения уровнем содержания в организме человека биологически значимых микро- и макроэлементов. В дальнейшем данная гипотеза будет проверена при проведении других типов исследований с более высокой доказательной способностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конкретизирована потенциальная роль биологически значимых химических элементов в формировании предпосылок развития различных векторов девиантного поведения. По показателям риска совершения насильственных преступлений агрессивность спонтанная статистически значимо отрицательно коррелирует только в группе женщин с содержанием в организме мышьяка и кадмия. В то же время агрессивность реактивная характеризуется статистически значимой отрицательной связью с содержанием натрия, калия и бериллия у мужчин, а также — положительной связью с содержанием цинка у женщин. Депрессивность, как показатель риска аутоагрессии, статистически значимо отрицательно связана с содержанием в организме мужчин фосфора, калия, мышьяка, натрия, бора и лития, а в организме женщин — с содержанием меди, селена и свинца. Уровень суицидальных идей отрицательно коррелирует, в большей степени, с содержанием лития и ванадия у мужчин, а также — с содержанием селена, кальция, ванадия и лития у женщин. Авантюристичность, как показатель рискованного поведения, имеет статистически значимые прямые корреляционные связи только у женщин, с содержанием в организме селена, алюминия и свинца. Социальная деструктивность, отражающая активное антисоциальное поведение, как у мужчин, так и у женщин статистически значимо положительно коррелирует с содержанием никеля, ванадия, кальция, кремния и свинца. Положительная реакция на приём алкоголя обратно связана с содержанием в организме мужчин цинка, лития, селена и кальция, а в организме женщин — с содержанием бора и фосфора. Востребованность наркотических веществ у мужчин и женщин статистически значимо положительно связана с содержанием в организме селена и железа.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Исследователи подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. А.Б. Мулик разработал концепцию и дизайн исследования, внёс существенный вклад в интерпретацию данных; Н.О. Назаров выполнил статистическую обработку данных; И.В. Улесикова участвовала в получении данных; В.В. Юсупов участвовал в систематизации первичных

данных; Г.А. Срослова провела анализ данных; А.Г. Соловьев окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Ю.А. Шатыр подготовила первый вариант статьи.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках реализации проекта «Оценка рисков развития агрессивных и суицидальных форм поведения в экстремальных условиях профессиональной деятельности у представителей различных популяционных групп населения» по программе стратегического лидерства «Приоритет – 2030».

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contributions. The authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria. All authors made significant

contributions to the conception, conduct of the study and preparation of the article, and read and approved the final version before publication. A.B. Mulik — developed the concept and design of the study, made significant contributions to the interpretation of the data; N.O. Nazarov — performed statistical data analysis; I.V. Ulesikova — participated in obtaining the data; V.V. Yusupov — participated in the systematization of primary data; G.A. Sroslova — conducted data analysis; A.G. Soloviev — approved the final version of the manuscript; Yu.A. Shatyr — prepared the first draft.

Conflict of interest. The authors confirm that there is no conflict of interest.

Financing. The work was carried out within the framework of the project “Assessing the risks of developing aggressive and suicidal forms of behavior in extreme conditions of professional activity among representatives of various population groups” under the strategic leadership program “Priority – 2030”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сериков А.Е. Человеческие состояния и формы поведения // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Филология. Филология. 2015. № 2. С. 73–98.
2. Ильин Е.П. Психофизиология состояний человека. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 412 с.
3. Майборода А.А. Генетическая гетерогенность и фенотипическая индивидуальность в человеческой популяции (Сообщение 1) // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2019. Т. 156. № 1. С. 5–14. doi: 10.34673/ismu.2019.86.42.001
4. Артеменков А.А. Дезадаптивные генетико-эволюционные процессы в популяциях человека промышленных городов // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2020. Т. 28. № 2. С. 234–248. doi: 10.23888/PAVLOVJ2020282234-248
5. Bataineh H., Al-Hamood M.H., Elbetieha A.M. Assessment of aggression, sexual behavior and fertility in adult male rat following long-term ingestion of four industrial metals salts // Human & Experimental Toxicology. 1998. Vol. 17. N 10. P. 570–576. doi: 10.1177/096032719801701008
6. Homady M., Hussein H., Jiries A., et al. Survey of some heavy metals in sediments from vehicular service stations in Jordan and their effects on social aggression in prepubertal male mice // Environmental research. 2002. Vol. 89. N 1. P. 43–49. doi: 10.1006/enrs.2002.4353
7. Черемушникова И.И. Микроэлементные аспекты агрессивных тенденций в поведении // Микроэлементы в медицине. 2012. Т. 13. № 4. С. 24–31.
8. Шилов В.В., Лукин В.А., Савелло В.Е., и др. Клиническое наблюдение пациента после внутривенного введения элементарной ртути с суицидной целью // Токсикологический вестник. 2015. № 4. С. 44–48.
9. Беккер Р.А., Быков Ю.В., Шкурат А.О., Воронина А.С. Препараты магния в психиатрии, наркологии, неврологии и общей медицине. Часть I (историческая) // Acta Biomedica Scientifica. 2019. Т. 4. № 3. С. 63–80. doi: 10.29413/ABS.2019-4.3.9
10. McCabe D., Lisy K., Lockwood C., Colbeck M. The impact of essential fatty acid, B vitamins, vitamin C, magnesium and zinc supplementation on stress levels in women: a systematic review // The JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports. 2017. Vol. 15. N 2. P. 402–453. doi: 10.11124/JBISIR-2016-002965
11. Sowa-Kućma M., Szewczyk B., Sadlik K., et al. Zinc, magnesium and NMDA receptor alterations in the hippocampus of suicide victims. Zinc deficiency is common in several psychiatric disorders // Journal of Affective Disorders. 2013. Vol. 151. N 3. P. 924–931. doi: 10.1016/j.jad.2013.08.009
12. Troiano G., Mercurio I., Melai P., et al. Suicide behavior and arsenic levels in drinking water: a possible association? A review of the literature about the effects of arsenic contamination in drinking water on suicides // Egyptian Journal of Forensic Sciences. 2017. Vol. 7. N 1. P. 2. doi: 10.1186/s41935-017-0005-y
13. Lomagnò K.A., Hu F., Riddell L.J., et al. Increasing iron and zinc in pre-menopausal women and its effects on mood and cognition: a systematic review // Nutrients. 2014. Vol. 6. N 11. P. 5117–5141. doi: 10.3390/nu6115117
14. Leung B.M., Kaplan B.J. Perinatal depression: prevalence, risks, and the nutrition link—a review of the literature // Journal of the American Dietetic Association. 2009. Vol. 109. N 9. P. 1566–1575. doi: 10.1016/j.jada.2009.06.368
15. Benton D. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood // European Journal of Nutrition. 2008. Vol. 47. N 3. P. 38–50. doi: 10.1007/s00394-008-3004-9
16. Comai S., Bertazzo A., Vachon J., et al. Trace elements among a sample of prisoners with mental and personality disorders and aggression: correlation with impulsivity and ADHD indices // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2019. N 51. P. 123–129. doi: 10.1016/j.jtemb.2018.10.008
17. Мулик А.Б., Долго-Сабуров В.Б., Улесикова И.В., и др. Роль химических факторов окружающей среды в формировании социальной и криминальной напряженности в регионах России // Medline.ru. 2018. Т. 19. С. 1276–1289.
18. Природа. Экология. Национальный атлас России / гл. ред. В.М. Котляков. Москва : Роскартография, 2007. Т. 2. Режим доступа: <https://национальныйатлас.рф/cd2/447/447.html>
19. <https://psylab.info/> [интернет]. Фрайбургский личностный опросник [дата обращения: 08.01.2020.]. Доступ по ссылке: http://psylab.info/Фрайбургский_личностный_опросник

20. Солдаткин В.А., Ковалев А.И., Крючкова М.Н., и др. Клиническая психометрика // Ростов-на-Дону : Ростовский государственный медицинский университет, 2015. 312 с.
21. Мулик А.Б., Улесикова И.В., Мулик И.Г., Шатыр Ю.А. Факторы и механизмы формирования поведенческих рисков ВИЧ-инфицирования человека. Москва : РУСАЙНС, 2018. 204 с.
22. Шатыр Ю.А., Мулик И.Г., Улесикова И.В., и др. Оптимизация оценки выраженности и направленности социальной активности человека // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2017. Т. 5. № 4. С. 393–405. doi: 10.23888/HMJ20174393-405
23. Мулик А.Б., Шатыр Ю.А., Улесикова И.В., и др. Психологические особенности потребления алкоголя у студенческой молодежи европейского севера России // Экология человека. 2022. Т. 29. № 5. С. 323–331. doi: 10.17816/humeco78852
24. Холматова К.К., Гржибовский А.М. Применение экологических исследований в медицине и общественном здравоохранении // Экология человека. 2016. Т. 23. № 9. С. 57–64. doi: 10.33396/1728-0869-2016-9-57-64

REFERENCES

1. Serikov AE. Human states and patterns of behavior. *Vestnik Samarskoj gumanitarnej akademii. Seriya: Filosofiâ, filologiya*. 2015;(2):73–98.
2. Il'in EP. *Psikhofiziologiya sostoyanii cheloveka*. Saint Petersburg: Piter; 2005.412 p. (In Russ).
3. Maiboroda AA. Genetic heterogeneity and phenotypic individuality in the human population (Message 1). *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2019;156(1):5–14.
4. Artemenkov AA. Disadaptive genetic-evolutionary processes in human populations of industrial cities. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2020;28(2):234–248. doi: 10.23888/PAVLOVJ2020282234-248
5. Bataineh H, Al-Hamood MH, Elbetieha AM. Assessment of aggression, sexual behavior and fertility in adult male rat following long-term ingestion of four industrial metals salts. *Human & Experimental Toxicology*. 1998;17(10):570–576. doi: 10.1177/096032719801701008
6. Homady M, Hussein H, Jiries A, et al. Survey of some heavy metals in sediments from vehicular service stations in Jordan and their effects on social aggression in prepubertal male mice. *Environmental research*. 2002;89(1):43–49. doi: 10.1006/enrs.2002.4353
7. Cheremushnikova II. Trace elements and aggressive tendencies in behavior. *Trace elements in medicine*. 2012;13(4):24–31.
8. Shilov VV, Lukin VA, Savello VE, et al. Clinical follow-up of a patient after intravenous injection of elemental mercury with suicidal purpose. *Toxicological Review*. 2015;(4):44–48.
9. Bekker RA, Bykov YuV, Shkurat AO, Voronina AS. Magnesium Preparations in Psychiatry, Addiction Medicine, Neurology and General Medicine (Part I. History). *Acta Biomedica Scientifica*. 2019;4(3):63–80. doi: 10.29413/ABS.2019-4.3.9
10. McCabe D, Lisy K, Lockwood C, Colbeck M. The impact of essential fatty acid, B vitamins, vitamin C, magnesium and zinc supplementation on stress levels in women: a systematic review. *The JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*. 2017;15(2):402–453. doi: 10.11124/JBISIR-2016-002965
11. Sowa-Kucma M, Szewczyk B, Sadlik K, et al. Zinc, magnesium and NMDA receptor alterations in the hippocampus of suicide victims. Zinc deficiency is common in several psychiatric disorders. *Journal of Affective Disorders*. 2013;151(3):924–931. doi: 10.1016/j.jad.2013.08.009
12. Troiano G, Mercurio I, Melai P, et al. Suicide behavior and arsenic levels in drinking water: a possible association? A review of the literature about the effects of arsenic contamination in drinking water on suicides. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. 2017;7(1):2. doi: 10.1186/s41935-017-0005-y
13. Lomagno KA, Hu F, Riddell LJ, et al. Increasing iron and zinc in pre-menopausal women and its effects on mood and cognition: a systematic review. *Nutrients*. 2014;6(11):5117–5141. doi: 10.3390/nu6115117
14. Leung BM, Kaplan BJ. Perinatal depression: prevalence, risks, and the nutrition link—a review of the literature. *Journal of the American Dietetic Association*. 2009;109(9):1566–1575. doi: 10.1016/j.jada.2009.06.368
15. Benton D. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood. *European Journal of Nutrition*. 2008;47(3):38–50. doi: 10.1007/s00394-008-3004-9
16. Comai S, Bertazzo A, Vachon J, et al. Trace elements among a sample of prisoners with mental and personality disorders and aggression: correlation with impulsivity and ADHD indices. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2019;51:123–129. doi: 10.1016/j.jtemb.2018.10.008
17. Mulik AB, Dolgo-Saburov VB, Ulesikova IV, et al. The role of chemical environmental factors in the formation of social and criminal tension in the regions of Russia. *Medline.ru*. 2018;19:1276–1289.
18. Kotlyakov VM, editor. *Nature. Ecology. National Atlas of Russia*. Moscow: Roskartografiya; 2007;2. Available from: <https://национальныйатлас.рф/cd2/447/447.html> (In Russ).
19. <https://psylab.info/> [Internet] Freiburg Personality Inventory [cited: 08.01.2020.]. Available from: http://psylab.info/Фрайбургский_личностный_опросник (In Russ).
20. Soldatkin VA, Kovalev AI, Kryuchkova MN, et al. *Klinicheskaya psikhometrika*. Rostov-on-Don: Rostov State Medical University; 2015.312 p. (In Russ).
21. Mulik AB, Ulesikova IV, Mulik IG, Shatyur YuA. *Faktory i mekhanizmy formirovaniya povedencheskikh riskov VICH-infitsirovaniya cheloveka*. Moskva: RUSAINS; 2018. 204 p.
22. Shatyur YuA, Mulik IG, Ulesikova IV, et al. Optimization of evaluation of expressiveness and direction of human social activity. *Nauka molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2017;5(4):393–405. doi: 10.23888/HMJ20174393-405
23. Mulik AB, Shatyur YuA, Ulesikova IV, et al. Psychological features of alcohol consumption among student youth in the European North of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2022;29(5):323–331. doi: 10.17816/humeco78852
24. Kholmatoва KK, Grjibovski AM. Ecological studies in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(9):57–64. doi: 10.33396/1728-0869-2016-9-57-64

ОБ АВТОРАХ

***Мулик Александр Борисович**, д.б.н., профессор;
адрес: Российская Федерация, 194044, Санкт-Петербург,
ул. Академика Лебедева, д. 6;
ORCID: 0000-0001-6472-839X;
eLibrary SPIN: 8079-9698;
e-mail: mulikab@mail.ru

Назаров Никита Олегович, к.м.н.;
ORCID: 0000-0002-0668-4664;
eLibrary SPIN: 9126-2809;
e-mail: naznik86@gmail.com

Улесикова Ирина Владимировна, к.б.н.;
ORCID: 0000-0001-9284-3280;
eLibrary SPIN: 9859-6036;
e-mail: ulesikovairina@mail.ru

Юсупов Владислав Викторович, д.м.н., профессор;
ORCID: 0000-0002-5236-8419;
eLibrary SPIN: 9042-3320;
e-mail: elizavetayusupova@mail.ru

Срослова Галина Алексеевна, к.б.н., доцент;
ORCID: 0000-0002-9118-7098;
eLibrary SPIN: 3225-5235;
e-mail: sroslova.galina@volsu.ru

Соловьев Андрей Горгоньевич, д.м.н., профессор;
ORCID: 0000-0002-0350-1359;
eLibrary SPIN: 2952-0619;
e-mail: ASoloviev1@yandex.ru

Шатыр Юлия Александровна, к.б.н., доцент;
ORCID: 0000-0001-9279-5282;
eLibrary SPIN: 2942-6250;
e-mail: yuliashatyr@gmail.com

AUTHORS' INFO

***Alexander B. Mulik**, Dr. Sci. (Biol.), professor;
address: 6 Academician Lebedev str., 194044, St. Petersburg,
Russian Federation;
ORCID: 0000-0001-6472-839X;
eLibrary SPIN: 8079-9698;
e-mail: mulikab@mail.ru

Nikita O. Nazarov, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-0668-4664;
eLibrary SPIN: 9126-2809;
e-mail: naznik86@gmail.com

Irina V. Ulesikova, Cand. Sci. (Biol.);
ORCID: 0000-0001-9284-3280;
eLibrary SPIN: 9859-6036;
e-mail: vestnik@rzgmu.ru

Vladislav V. Yusupov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0002-5236-8419;
eLibrary SPIN: 9042-3320;
e-mail: elizavetayusupova@mail.ru

Galina A. Sroslova, Cand. Sci. (Biol.), associate professor;
ORCID: 0000-0002-9118-7098;
eLibrary SPIN: 3225-5235;
e-mail: sroslova.galina@volsu.ru

Andrey G. Soloviev, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-0350-1359;
eLibrary SPIN: 2952-0619;
e-mail: ASoloviev1@yandex.ru

Yulia A. Shatyr, Cand. Sci. (Biol.), associate professor;
ORCID: 0000-0001-9279-5282;
eLibrary SPIN: 2942-6250;
e-mail: yuliashatyr@gmail.com

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco508779>

Особенности параметров слухового вызванного потенциала Р300 и вегетативной регуляции ритма сердца у молодых людей, проживающих в различных климато-географических условиях России

Е.В. Кривоногова, О.В. Кривоногова, Л.В. Поскотинова

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова, Архангельск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Формирование физиологических функций и развитие организма происходят на фоне адаптации к условиям внешней среды. Основной деятельностью школьников 16–17 лет является учёба, которая связана с обработкой и запоминанием большого количества разного рода информации, поэтому оценка слухового вызванного потенциала Р300, отражающего нейрофизиологические корреляты когнитивных функций, таких как внимание и память, во взаимосвязи с вегетативной регуляцией ритма сердца у молодых людей, проживающих в северном и южном регионах России, является актуальной.

Цель. Провести оценку компонентов слухового вызванного потенциала Р300 и N2, параметров variability ритма сердца у практически здоровых молодых людей в возрасте 16–17 лет, проживающих в различных климато-географических условиях России.

Материал и методы. В исследовании участвовали молодые люди 16–17 лет ($n=156$) г. Архангельска, г. Надыма Ямало-Ненецкого автономного округа и г. Симферополя Республики Крым. Оценка вегетативной нервной системы осуществляли по параметрам variability сердечного ритма на аппаратно-программном комплексе «Варикард». Регистрацию компонентов Р300 и N2 проводили на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» («Нейрософт», Россия), использовали парадигму oddball.

Результаты. У молодых людей г. Надыма выявлено преобладание активности симпатической нервной системы в регуляции ритма сердца и удлинение латентного времени N2. У подростков г. Архангельска и г. Симферополя не выявлено различий по параметрам variability ритма сердца и компонентов слухового вызванного потенциала Р300. У исследуемых г. Архангельска отмечалась межполушарная асимметрия латентного времени N2, где более короткое время в центральных (C4, $p=0,04$) и передневисочных справа (F8, $p=0,01$) отделах головного мозга.

Заключение. Дисбаланс вегетативной нервной системы в сторону преобладания симпатических влияний в регуляции ритма сердца отражается на более медленном опознании и дифференцировании звукового сигнала.

Ключевые слова: слуховые вызванные потенциалы; Р300; N2; variability ритма сердца; подростки; северные и южные регионы.

Как цитировать:

Кривоногова Е.В., Кривоногова О.В., Поскотинова Л.В. Особенности параметров слухового вызванного потенциала Р300 и вегетативной регуляции ритма сердца у молодых людей, проживающих в различных климато-географических условиях России // Экология человека. 2023. Т. 30. № 6. С. 469–478. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco508779>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco508779>

Parameters of the P300 auditory evoked potential and autonomic heart rate regulation in adolescents residing in different climatic and geographical conditions of Russia

Elena V. Krivonogova, Olga V. Krivonogova, Lilia V. Poskotinova

N.P. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The physiological functions and body development take place as the body adapts to the environment. For schoolchildren aged 16–17, their primary focus is on studying, which involves processing and retaining a significant volume of diverse information. The P300 auditory evoked potential reflects the neurophysiological aspects of cognitive functions such as attention and memory. This assessment is particularly relevant when considering the autonomic heart rate regulation in young individuals residing in the northern and southern regions of Russia.

AIM: The objective of this study was to assess the auditory evoked potential components, namely P300 and N2, along with heart rate variability parameters in a group of healthy young Russian adolescents living in different climatic and geographical conditions.

MATERIAL AND METHODS: The study sample consisted of 156 individuals aged 16–17 years permanently residing in Arkhangelsk, Nadym and Simferopol. The assessment of the autonomic nervous system was carried out according to the parameters of heart rate variability on the agro-industrial complex “Varikard”. Registration of P300 and N2 components was carried out on the Neuron-Spectrum-4/VPM electroencephalograph (Neurosoft, Russia), using the oddball paradigm.

RESULTS: The predominance of sympathetic nervous system activity in the regulation of heart rate and the lengthening of the N2 latency was revealed in adolescents in Nadym. In residents of Arkhangelsk and Simferopol, there were no differences in the parameters of heart rate variability and components of the auditory evoked potential of P300. Interhemispheric asymmetry of N2 latency was observed in young people of Arkhangelsk, where the time was shorter in the central (C4, $p=0.04$) and right anterior temporal (F8, $p=0.01$) sections.

CONCLUSIONS: The imbalance in the autonomic nervous system towards the predominance of sympathetic influences in the heart rate regulation is reflected in slower recognition and differentiation of the sound signal.

Keywords: auditory evoked potentials; P300; N2; heart rate variability; adolescents; northern and southern regions.

To cite this article:

Krivonogova EV, Krivonogova OV, Poskotinova LV. Parameters of the P300 auditory evoked potential autonomic heart rate regulation in adolescents residing in different climatic and geographical conditions of Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(6):469–478.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco508779>

Received: 26.06.2023

Accepted: 19.09.2023

Published online: 17.10.2023

ВВЕДЕНИЕ

Основной деятельностью школьников 16–17 лет является учёба, которая связана с обработкой и запоминанием большого количества разного рода информации. Период жизни от 6–7 до 17–18 лет («школьный возраст») характеризуется интенсивным физическим, психическим и социальным развитием ребенка, происходят существенные изменения когнитивных функций с совершенствованием процессов восприятия, внимания, памяти [1, 2]. Формирование физиологических функций и развитие организма протекают на фоне адаптации к условиям внешней среды. Неблагоприятные природно-климатические факторы Крайнего Севера, такие как низкая температура, а также резкие колебания температуры и атмосферного давления, необычный фотопериодизм (недостаток или избыток солнечного света), усиленный ветровой режим, повышенный и неустойчивый геомагнитный фон оказывают влияние на многие функциональные системы организма человека, особенно на нервную и сердечно-сосудистую [3]. Адаптация человека к деятельности в таких условиях рассматривается на разных уровнях организации его устойчивого жизнеобеспечения: физиологическом, психологическом, социальном [4]. Головной мозг является главным регулирующим и координирующим центром, обеспечивающим восприятие и анализ параметров внешней среды, поиск врождённых и приобретённых в процессе жизни оптимальных программ взаимодействия с окружающей средой. От морфофункционального состояния мозга ребёнка зависят не только его адаптация к окружающей среде, но и успешность обучения необходимым навыкам, взаимоотношения со сверстниками, успеваемость в школе [5].

Когнитивный вызванный потенциал Р300 является индикатором электрических процессов мозга, связанных с механизмами опознавания, дифференцирования, запоминания и принятия решения [6], поэтому служит показателем функционального состояния центральной нервной системы. Согласно современным представлениям, характеристики потенциала Р300 являются нейрофизиологическими коррелятами когнитивных функций, таких как внимание и память [6]. По данным литературы, отмечается замедление психомоторной активности и функции переключения внимания (тест Шульте–Платонова) у подростков на Севере [7]. Оценка психомоторного темпа и внимания у школьников 1–8 классов г. Архангельска показала, что при переходе к более старшему возрасту снижается количество детей в группах «медлительных и невнимательных» [8]. Однако характер изменений биопотенциалов мозговой активности, отражающих опознавание и дифференцирование, скорость принятия решения мозговыми структурами значимых стимулов у молодых людей 16–17 лет, остаётся не полностью изученным.

Исследователи Ahern и соавт. (2001); Thayer и соавт. (2009) предположили, что с когнитивными функциями связана вариабельность сердечного ритма (ВСР)

как показатель префронтальной активации [9]. Высокие уровни ВСР в покое связаны с хорошими показателями когнитивных функций, таких как память, внимание, а более низкие — с худшими показателями [10]. ВСР является индикатором регуляции вегетативной нервной системы [11]. Вариабельность сердечного ритма, отражающая изменение временных интервалов между соседними сердечными сокращениями, является эмерджентным свойством взаимозависимых регуляторных систем, помогающим адаптироваться к экологическим факторам [12]. Оптимальный уровень ВСР связан со здоровьем и способностью к саморегуляции, а также с адаптивными реакциями и устойчивостью [12]. Действие факторов внешней среды на организм жителей из различных климатогеографических зон предопределяет развитие специфических морфофункциональных и физиологических характеристик и особенностей жизнедеятельности организма в целом [13]. В связи с этим представляет интерес сравнить взаимодействие вегетативной регуляции ритма сердца с когнитивными функциями по данным слухового вызванного потенциала Р300 у молодых людей, проживающих в северных регионах и южном с более благоприятными природно-климатическими условиями.

Цель исследования. Провести оценку компонентов слухового вызванного потенциала Р300 и N2 и параметров вариабельности ритма сердца у практически здоровых молодых людей в возрасте 16–17 лет, проживающих в северных и южном регионах России. Разница в географическом положении г. Архангельска и г. Надыма с г. Симферополем будет определять различия между ними по климатическим параметрам. В северных городах отмечается продолжительная зима и достаточно прохладное короткое лето, в Симферополе климат тёплый с мягкой зимой. Продолжительность солнечного сияния в год составляет 1576 ч (г. Архангельск), 1050 ч (г. Надым), 2400 ч (г. Симферополь), среднегодовая температура воздуха — 1,9 °С (г. Архангельск), –3,9 °С (г. Надым) и 11,3 °С (г. Симферополь), среднегодовая скорость ветра — 5,5 м/с (г. Архангельск), 10,1 м/с (г. Надым), 4,4 м/с (г. Симферополь), осадки за год — 607 мм (г. Архангельск), 400–550 мм (г. Надым) и 450 мм (г. Симферополь), снежный покров держится в среднем 180–200 дней (г. Архангельск), 240 дней (г. Надым) и 20–40 дней (г. Симферополь). Длительность светового дня в июне в г. Архангельске составляет около 20,4–21,5 ч, в г. Надыме — 23 ч, в г. Симферополе — 15,4–15,6 ч, в декабре, напротив, в г. Архангельске — 3,9–4,8 ч, в г. Надыме — 3,12 ч, в г. Симферополе — 8,8–9,0 ч.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие девушки и юноши 16–17 лет ($n=156$, среди которых было 103 девушки и 53 юноши) — учащиеся школ г. Архангельска (64°33' с.ш.) ($n=48$), г. Надыма Ямало-Ненецкого автономного округа

(65°32' с.ш.) ($n=54$), г. Симферополя Республики Крым (44°57' с.ш.) ($n=54$). Соотношение численности мальчиков и девочек не различалось в зависимости от региона. Поперечное (одномоментное) исследование выполняли в весенний период во время плановых учебных занятий в первой половине дня. Критерии включения: учащиеся 16–17 лет, проживающие на исследуемой территории с рождения, I–II группа здоровья, на момент обследования отсутствие острых вирусных и бактериальных заболеваний, а также черепно-мозговых травм, эпилепсии, других неврологических расстройств и сердечно-сосудистых заболеваний. Индекс массы тела участников не выходил за границы нормальных значений (18,5–24,9 кг/м²). Расчёт необходимого числа респондентов для исследования проводили по формулам [14] на основании пробного исследования с вероятностью безошибочного прогноза 95%. Предварительный анализ параметров слухового вызванного потенциала Р300 и вариабельности ритма сердца у школьников, проживающих на различных территориях РФ, выявил отсутствие статистически значимых различий компонентов Р300 и параметров ВСР в зависимости от пола, поэтому девушки и юноши были объединены в группы по изучаемым регионам.

ВСР предоставляет информацию о вегетативной регуляции сердечного ритма. Исследовали ВСР в покое с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард» (Россия) во временной и частотной областях. Анализировали следующие показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС, в минуту); среднее квадратичное отклонение (SDNN, мс), которое отражает суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения; квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар RR-интервалов (RMSSD, мс) и процент количества пар последовательных кардиоинтервалов в кардиограмме, отличающихся более чем на 50 мс (pNN50, мс), отражающих активность парасимпатического звена вегетативной регуляции; индекс напряжения регуляторных систем (SI, усл. ед.); мощность спектра ВСР в диапазоне высоких частот (HF, мс²; HF, %; 0,4–0,15 Гц), в низкочастотном диапазоне (LF, мс²; LF, %; 0,04–0,15 Гц) и в сверхнизкочастотном диапазоне (VLF, мс²; VLF, %; 0,04–0,015 Гц); TP, мс² (суммарная мощность спектра ВСР) – суммарный уровень активности регуляторных систем.

Запись слухового вызванного потенциала Р300 проводили на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» («Нейрософт», Россия). Частота квантования сигнала электроэнцефалографа (ЭЭГ) составляла 500 Гц, в полосе регистрации 0,5–35,0 Гц. Сопротивление электродов не превышало 10 кОм. Методика Р300 основывается на парадигме oddball, где в случайной последовательности подаются серии двух слуховых стимулов, среди которых есть незначимые и значимые [6]. Звуковые тоны поступают через наушники, а испытуемому предлагается реагировать (нажимать на кнопку) на редко встречающиеся (значимые) стимулы и игнорировать часто

встречающиеся (незначимые) стимулы. Условия стимуляции: бинауральная, длительность стимула — 50 мс, интенсивность — 80 дБ, период между стимулами — 1 с, частота тона — 2000 Гц (значимый стимул) и 1000 Гц (незначимый стимул). Вероятность предъявления значимого стимула — 20–30% общего количества стимулов [6]. Число усреднений составляло от 15 до 25 для значимых стимулов. Удаление артефактов проводили на основе визуального анализа записи, а также исключали из усреднения при регистрации вызванных потенциалов сигналы, превышающие амплитуду 100 мкВ. Оценивали амплитудно-временные параметры ответа на значимые стимулы: амплитуду от пика до пика N2–P300 и латентное время (ЛВ) N2 и P300. Вызванный потенциал P300 оценивали по 16 каналам ЭЭГ (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6). Вследствие выраженности слухового вызванного потенциала P300 в лобно-центрально-теменной и височной областях мозга [6] проводили анализ компонента P300 в лобных (F3, F4), центральных (C3, C4), теменных (P3, P4) и височных (F7, F8, T3, T4) его отделах. Нормативные значения показателей P300 брали из исследований В.В. Гнездицкого [6] (ЛВ P300 — до 340 мс, амплитуда N2–P300 — выше 5 мкВ).

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 10 (StatSoft, США). Проверку полученных данных на нормальность распределения выполняли с использованием критерия Шапиро–Уилка. Количественные показатели описаны медианой (Me), 25-м и 75-м перцентилями (25; 75). Сравнение количественных переменных между несколькими независимыми группами проводили с помощью критерия Краскела–Уоллиса, далее для уточнения, между какими группами существовали различия, использовали попарное сравнение с помощью U-критерия Манна–Уитни с поправкой критерия значимости на множественные сравнения, для трёх групп критический уровень значимости составил $p < 0,017$. Корреляционный анализ выполнен с использованием критерия Спирмена (rs). Уровни статистической значимости принимали при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Было проведено сравнение показателей ВСР у подростков, проживающих в различных климато-географических условиях России, показатели ВСР и результаты статистического сравнения представлены в табл. 1. У молодых людей г. Надыма показатели ВСР отличались более низкими значениями SDNN, RMSSD, pNN50, TP, HF, LF, VLF и высокими значениями SI по сравнению с ровесниками из г. Архангельска и г. Симферополя. Не выявлено различий между значениями параметров ВСР у девушек и юношей г. Архангельска и г. Симферополя. У респондентов г. Архангельска и г. Симферополя значения SI, попадающие в интервал между 25-м и 75-м перцентилями, соответствует сбалансированному влиянию активности

Таблица 1. Вариабельность ритма сердца у молодых людей, проживающих в различных климато-географических условиях России, Me (25; 75)**Table 1.** Heart rate variability in young people living in different climatic and geographical conditions of Russia, Me (25; 75)

Параметр Parameter	г. Архангельск Arkhangelsk n=48	г. Надым Nadym n=54	г. Симферополь Simferopol n=54	p, критерий Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis H test
ЧСС, уд./мин. HR, beats/min	76,9 (68,5; 86,3)	85,5 (76,9; 91,1)	82,6 (76,4; 87,4)	0,021
RMSSD, мс (ms)	42,5 (29,6; 58,4)	30,1 (19,8; 37,8)** (1,3)	34,8 (26,2; 49,1)	0,001
pNN50, мс (ms)	22,8 (8,9; 36,9)	8,8 (1,8; 16,7)** (1,3)	14,1 (5,6; 31,1)	0,001
SDNN, мс (ms)	51,3 (43,8; 71,1)	40,6 (34,6; 53,9)** (1,3)	54,2 (38,4; 63,2)	0,037
SI, усл. ед. (units)	87,1 (48,9; 152,7)	152,1 (93,8; 260,2)** (1,3)	100,6 (65,5; 196,5)	0,001
TP, мс ² (ms ²)	2379,7 (1713,6; 4494,8)	1554,6 (1117,2; 2225,2)** (1,3)	2407,8 (1396,6; 3382,5)	0,001
HF, мс ² (ms ²)	884,5 (523,8; 1771,4)	441,1 (241,9; 734,1)** (1)	631,4 (330,1; 1323,1)	0,001
LF, мс ² (ms ²)	804,2 (488,9; 1416,5)	540,3 (386,1; 721,8)* (1,3)	843,4 (461,3; 1185,6)	0,007
VLF, мс ² (ms ²)	326,2 (206,8; 514,6)	220,7 (131,9; 291,8)* (1)	259,5 (167,3; 563,2)	0,016
HF%	42,8 (29,1; 60,6)	34,9 (27,7; 48,5)* (1)	34,1 (19,9; 51,3)	0,028
LF%	36,1 (27,7; 51,4)	40,4 (35,5; 49,5)	40,7 (32,7; 54,2)	0,122
VLF%	15,6 (9,2; 22,2)	16,6 (11,4; 24,9)	15,9 (8,9; 26,5)	0,546

Примечание: ЧСС — частота сердечных сокращений; RMSSD — квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар RR-интервалов; pNN50 — процент количества пар последовательных кардиоинтервалов в кардиограмме, отличающихся более чем на 50 мс; SDNN — среднее квадратичное отклонение; SI — индекс напряжения регуляторных систем; TP — суммарная мощность спектра вариабельности сердечного ритма; HF — мощность спектра вариабельности сердечного ритма в диапазоне высоких частот; LF — мощность спектра вариабельности сердечного ритма в диапазоне низких частот; VLF — мощность спектра вариабельности сердечного ритма в диапазоне сверхнизких частот; * $p < 0,01$; ** $p < 0,001$ — сравнение между городами проживания (критерий Манна–Уитни).

Note: HR — heart rate; RMSSD — the square root of the sum of the squares of the difference in the values of consecutive pairs of RR intervals; pNN50 — the percentage of the number of pairs of consecutive cardio intervals in the cardiogram differing by more than 50 ms; SDNN — standard deviation; SI — the index of tension of regulatory systems; TP — the total power of the HRV spectrum; HF — the HRV spectrum power in the high-frequency range; LF — the low-frequency range; VLF — the very low frequency range; * $p < 0,01$; ** $p < 0,001$ — comparison between cities of residence (Mann–Whitney test).

симпатической и парасимпатической нервной системы в регуляции ритма сердца [15]. SI в норме колеблется в пределах 50–200 усл. ед. [15,16].

Установлены различия по латентному времени N2 в теменных (P4, $p=0,008$; P3, $p=0,042$), центральных (C4, $p=0,026$; C3, $p=0,029$), в лобном справа (F4, $p=0,013$), в средневисочном (T4, $p=0,036$) и передневисочном отделах (F8, $p=0,026$) справа (табл. 2). У молодых людей, проживающих в г. Надыме, отмечалось удлинение времени N2 по сравнению с ровесниками из Архангельска в теменных (P4, $p=0,011$), центральных (C4, $p=0,007$), лобных (F4, $p=0,004$) и передневисочных отделах мозга справа (F8, $p=0,007$), а по сравнению с молодыми людьми из Симферополя в теменных (P4, $p=0,003$; P3, $p=0,012$) отделах головного мозга и в центральном слева (C3, $p=0,012$).

У молодых людей г. Архангельска отмечалось более короткое время N2 справа в передневисочном (F8, $p=0,001$) и центральном (C4, $p=0,04$) отделах головного мозга (рис. 1).

Амплитуда и ЛВ P300 не различались у молодых людей в зависимости от региона проживания (табл. 3).

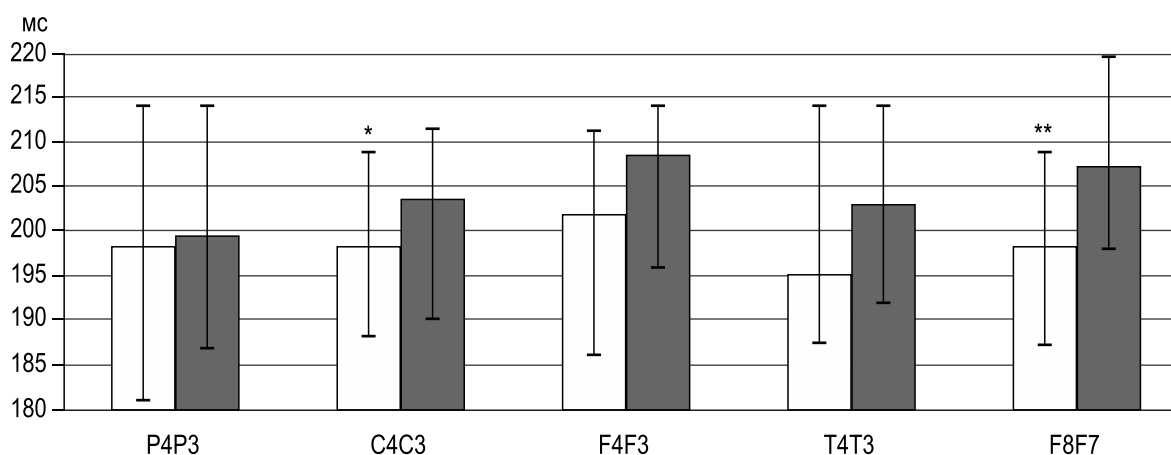
Выявлены корреляционные связи между показателями вариабельности ритма сердца и компонентами слухового вызванного потенциала P300. Показатель TP отрицательно коррелирует с ЛВ N2 в теменных отделах (P4, $r=-0,16$, $p=0,04$; P3, $r=-0,22$, $p=0,009$), передневисочном справа (F8, $r=-0,18$, $p=0,03$), показатель SDNN отрицательно коррелирует с ЛВ N2 в теменном (P3, $r=-0,20$, $p=0,01$), центральном (C4, $r=-0,17$, $p=0,04$), передневисочном справа (F8, $r=-0,18$, $p=0,03$) отделах, показатель SI положительно коррелирует с ЛВ N2 в теменном отделе слева (P3, $r=0,18$, $p=0,03$), передневисочном справа (F8, $r=0,17$, $p=0,03$), показатель LF отрицательно коррелирует с ЛВ N2 в теменной области (P4, $r=-0,18$, $p=0,03$; P3, $r=-0,23$, $p=0,006$), в центральной (C4, $r=-0,22$, $p=0,009$), в лобном (F4, $r=-0,17$, $p=0,03$; F3, $r=-0,17$, $p=0,04$), средневисочном (T4, $r=-0,22$, $p=0,009$), передневисочном (F8, $r=-0,34$, $p=0,001$) отделах головного мозга.

Таблица 2. Латентное время N2 (мс) у молодых людей, проживающих в различных климато-географических условиях России, Ме (25; 75)**Table 2.** Latency N2 (ms) in young people living in different climatic and geographical conditions of Russia, Me (25; 75)

Каналы ЭЭГ EEG channels	г. Архангельск Arkhangelsk n=48	г. Надым Nadym n=54	г. Симферополь Simferopol n=54	p, критерий Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis H test
P4	198 (179,5; 214)	212,5 (197; 224)* (1,3)	197,5 (182; 213)	0,008
P3	201,7 (187; 214)	207,5 (192; 224,5)* (3)	196 (170; 210)	0,042
C4	198 (188; 210,5)	207,5 (198; 220)* (1)	203 (190; 212)	0,026
C3	204,9 (189,7; 212,2)	208 (197; 222,5)* (3)	202 (190; 210)	0,029
F4	203 (189; 214)	212 (200; 228)* (1)	206,5 (196; 218)	0,013
F3	208,6 (194; 214)	212 (200; 229,5)	207 (194; 218)	0,176
T4	199 (187; 214)	210,5 (197,5; 220)	203 (188; 216)	0,036
T3	203 (192; 214)	212,2 (185,5; 224,5)	202 (183; 220)	0,476
F8	198 (187,5; 209)	213 (196; 222,5)* (1)	204 (190; 218)	0,026
F7	207,3 (197; 216,9)	213 (198; 234)	206,5 (186; 218)	0,065

* $p < 0,01$ — сравнение между городами проживания (критерий Манна–Уитни).

* $p < 0,01$ — comparison between cities of residence (Mann–Whitney test).

**Рис. 1.** Латентное время N2 слухового вызванного потенциала P300 у молодых людей г. Архангельска: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ — сравнение правого-левого полушарий мозга.**Fig. 1.** N2 latency of auditory evoked potential P300 in young people in Arkhangelsk: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ — comparison of the right-left hemispheres of the brain.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты нашего исследования выявили различия по параметрам ВСП у молодых людей в зависимости от региона проживания. У девушек и юношей г. Надыма преобладала активность симпатической нервной системы в регуляции ритма сердца и отмечалось напряжение центральной регуляции, что проявлялось более низкими значениями показателей RMSSD, pNN50, HF, LF, VLF и высокими значениями показателя SI по сравнению с молодыми людьми г. Архангельска и г. Симферополя. Этот результат соответствует данным литературы, указывающим на то, что в весенний период на Севере преобладает

симпатическая активность и значителен вклад центрального контура в регуляцию сердечного ритма для сохранения оптимальных гомеостатических условий организма [17]. Различия в параметрах ВСП у молодых людей северных городов Архангельска и Надыма, вероятно, обусловлены более суровыми климато-географическими условиями г. Надыма [18], а также тем, что у большинства обследуемых данного города родители являются мигрантами, переехавшими из южных регионов России в связи с профессиональной деятельностью. У подростков г. Архангельска не было выявлено отличий в показателях ВСП по сравнению с молодыми людьми г. Симферополя.

В литературе авторами показано, что широтные различия между людьми Севера России и Юга (Казахстан) выявляются только летом по отдельным показателям ВСП и отсутствуют зимой [19].

Проведённый анализ компонентов слухового вызванного потенциала Р300 выявил достоверные различия в латентном времени N2 в зависимости от региона проживания, а также корреляционные связи между показателями ВСП и компонентами Р300. Удлинение ЛВ N2 отмечалось у молодых людей г. Надыма в теменных (P4, P3) и центральном слева отделах головного мозга по сравнению с молодыми людьми г. Симферополя. У девушек и юношей г. Архангельска по сравнению с ровесниками г. Надыма в теменных, центральных, лобных и височных отделах головного мозга справа ЛВ N2 было короче. Вероятно, это может быть связано с доминирующей функцией правого полушария головного мозга. Проведённые в высоких широтах исследования показали доминирование правого полушария, особенно у коренных жителей, в процессе адаптации к неблагоприятным климато-географическим условиям по сравнению с жителями центральных регионов [20]. «Правополушарные» лица имеют более устойчивый механизм быстрой и долговременной адаптации к экстремальным метео- и геофизическим ситуациям, что определяет благоприятный прогноз для здоровья [20]. Эти люди отличаются меньшим психоэмоциональным напряжением, меньшей заторможенностью нервных процессов и большей устойчивостью к изменению метеогеофизических факторов [20].

Полученные нами данные об увеличении латентного времени N2 на значимый звуковой стимул у молодых людей г. Надыма может свидетельствовать об увеличении времени опознания и дифференцирования стимулов.

Компонент Р300 связан с оценкой стимула и корректровкой имеющихся в памяти данных в соответствии с полученными новыми данными и соответствует окончательному звену информационной обработки [6]. Анализ ЛВ Р300 не выявил значимых различий у молодых людей в зависимости от региона проживания.

Показатели TP, SDNN, отражающие общую вегетативную активность, отрицательно коррелирует с ЛВ N2 в теменных отделах (P4, P3), центральном (C4), передневисочном справа (F8), показатель SI, индекс напряжения регуляторных систем, положительно коррелирует с ЛВ N2 в теменном отделе слева (P3), передневисочном справа (F8), показатель LF, отражающий барорефлекторную активность, отрицательно коррелирует с ЛВ N2 в теменной (P4, P3), центральной (C4), лобной (F4, F3), средневисочной (T4), передневисочной (F8) областях, что означает: чем значительнее дисбаланс вегетативной нервной системы в сторону преобладания симпатических влияний, тем больше ЛВ N2. Наши данные, свидетельствующие о негативном влиянии вегетативного дисбаланса (с преобладанием симпатического тонууса) на когнитивные функции, подтверждают данные других авторов [10]. Согласно

модели нейровисцеральной интеграции, вегетативная нервная система находится под контролем префронтальной коры, передней поясной извилины, орбитофронтальной коры и миндалины, которые также имеют решающее значение для когнитивных процессов [21]. Thayer и соавт. (2009) предположили, что преобладание симпатической нервной системы с последующей префронтальной гипоактивацией будет способствовать растормаживанию миндалевидного тела, что приводит к снижению ВСП и когнитивной гибкости [10]. Учитывая данные других исследований, указывающих на специализацию полушарий головного мозга в регуляции вегетативной нервной системы, где правое полушарие преимущественно связано с активностью симпатической нервной системы [22], а также правополушарного способа реагирования в условиях Севера, мы полагаем, что преобладание симпатической активности в регуляции ритма сердца будет отражаться на удлинении ЛВ N2, т.е. более медленном опознании и дифференцировании звукового сигнала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведённое исследование показало различие в латентном времени N2 слухового вызванного потенциала Р300 и связь его с вегетативной нервной системой у молодых людей, проживающих в разных регионах России. В северном регионе, на примере г. Надыма, у молодых людей с преобладанием активности симпатической нервной системы в регуляции ритма сердца и напряжением центральных механизмов наблюдалось удлинение времени N2, что позволяет судить о более медленном опознании и дифференцировании звукового сигнала.

У молодых лиц со сбалансированным влиянием активности симпатической и парасимпатической нервной системы, проживающих в условиях Севера, на примере г. Архангельска, отмечалось более короткое время N2 справа в передневисочных и центральных отделах мозга по сравнению с респондентами г. Надыма. У молодых людей южного региона со сбалансированным влиянием вегетативной нервной системы в регуляции ритма сердца отмечалось более короткое время N2 в теменных отделах обоих полушарий головного мозга и в центральном отделе слева по сравнению с ровесниками из северного региона г. Надыма. Можно заключить, что дисбаланс вегетативной нервной системы в сторону преобладания симпатических влияний в регуляции ритма сердца отражается на более медленном опознании и дифференцировании звукового сигнала.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Благодарности. Авторы выражают благодарность за помощь в сборе первичного материала д.м.н. Д.Б. Демину.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего

авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Е.В. Кривоногова разработала концепцию и дизайн исследования, получила, проанализировала и интерпретировала данные, написала текст статьи; О.В. Кривоногова проанализировала и интерпретировала данные, написала текст статьи; Л.В. Поскотинова организация и сбор материала, прочтение и одобрение финальной версии статьи.

Источник финансирования. Исследование выполнено по программе фундаментальных научно-исследовательских разработок Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова Уральского отделения РАН, № 122011300469-7.

Конфликт интересов. Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этический комитет. Все обследования проходили после получения у участников и их законных представителей информированного согласия с соблюдением норм биомедицинской этики.

ADDITIONAL INFORMATION

Acknowledgments. The authors thank D.B. Demin for his help in data collection.

Author contributions. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The greatest contribution is distributed as follows: E.V. Krivonogova developed the concept and design of the study, received, analyzed and interpreted the data, wrote the text of the article; O.V. Krivonogova analyzed and interpreted the data, wrote the text of the article; L.V. Poskotinova organization and collection of material, reading and approval of the final version of the article.

Funding source. The study was carried out under the Program for basic research, Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Ural branch, Russian Academy of Sciences, no. 122011300469-7.

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

Ethics approval. All examinations were conducted after obtaining informed consent from the participants and their legal representatives in compliance with the norms of biomedical ethics.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких М.М., Мачинская Р.И., Фарбер Д.А. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга и формирование познавательной деятельности в онтогенезе ребенка // Физиология человека. 2009. Т. 35, № 6. С. 10–24
2. Рожков В.П., Трифонов М.И., Сороко С.И. Отражение процесса созревания ЦНС у детей и подростков северного региона РФ в динамике интегральных параметров ЭЭГ // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2021. Т. 71, № 4. С. 529–546. doi: 10.31857/S0044467721040067
3. Семикин В.В., Попова Т.Л., Кочкин Р.А., Межина О.Ю. Экспериментальное исследование возможностей оптимизации психофизиологического состояния человека в арктических условиях // Известия Иркутского государственного университета. Серия Психология. 2022. Т. 42. С. 76–93. doi:10.26516/2304-1226.2022.42.76
4. Симонова Н.Н., Тункина М.А., Корнеева Я.А., Трофимова А.А. Адаптивность как предиктор изменений функциональных состояний участников морской научной экспедиции в Арктику // Национальный психологический журнал. 2022. № 4. С. 65–79. doi: 10.11621/npj.2022.0407
5. Steiner L., Federspiel A., Slavova N., et al. Functional topography of the thalamo-cortical system during development and its relation to cognition // *NeuroImage*. 2020. Vol. 223. P. 117361. doi: 10.1016/j.neuroimage.2020.117361
6. Гнездицкий В.В., Корепина О.С., Чацкая А.В., Клочкова О.И. Память, когнитивность и эндогенные вызванные потенциалы мозга: оценка нарушения когнитивных функций и объема оперативной памяти без психологического тестирования // Успехи физиологических наук. 2017. Т. 48, № 1. С. 3–23.
7. Солонин Ю.Г. Исследования по широтной физиологии (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. 2019. Т. 7, № 2. С. 228–239. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.228
8. Звягина Н.В., Морозова Л.В. Возрастные особенности умственной работоспособности и внимания у детей и подростков города Архангельска // Новые исследования. 2011. Т. 1, № 26. С. 66–76.
9. Kaufmann T., Vögele C., Sütterlin S., et al. Effects of resting heart rate variability on performance in the P300 brain-computer interface // *International Journal of Psychophysiology*. 2012. Vol. 83, N 3. P. 336–341. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.11.018
10. Forte G., Favieri F., Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review // *Frontiers in Neuroscience*. 2019. Vol. 13. P. 710. doi: 10.3389/fnins.2019.00710
11. Léonard A., Clément S., Kuo C-D., Manto M. Changes in Heart Rate Variability During Heartfulness Meditation: A Power Spectral Analysis Including the Residual Spectrum // *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2019. Vol. 6. P. 62. doi: 10.3389/fcvm.2019.00062
12. Shaffer F., Ginsberg J.P. An overview of heart rate variability metrics and norms // *Frontiers in Public Health*. 2017. Vol. 5. P. 258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258
13. Агаджанян Н.А., Коновалова Г.М., Ожева Р.Ш. Этнос, здоровье и проблемы адаптации // Новые технологии. 2010. № 3. С. 93–97.
14. Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Необходимый объем выборки для сравнения средних арифметических в двух независимых группах // Морская медицина. 2020. Т. 6, № 2. С. 106–113. doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-2-106-113
15. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Кляцкин С.З. Математический анализ изменения сердечного ритма при стрессе. Москва : Наука, 1984. 222 с.
16. Бойко И.М., Мосягин И.Г. Психофизиологическая безопасность полетов на Европейском Севере России. Архангельск : Издательство СГМУ, 2011. 202 с.

17. Чеснокова В.Н., Мосягин И.Г. Сезонная динамика параметров кардиореспираторной системы у юношей, проживающих на Европейском Севере России // Экология человека. 2009. № 8. С. 7–11.
18. Заболотник С.И. Районирование территории страны по суровости климатических условий // Управление мегаполисом. 2008. № 6. С. 104–111.
19. Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р., и др. Сравнение результатов спутниковых исследований по проекту «МАРС-500» в Сыктывкаре и Алматы // Физиология человека. 2015. Т. 41, № 3. С. 98–105. doi: 10.7868/S0131164615030169
20. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Стресс на Севере. Механизмы устойчивости к психоэмоциональному стрессу. Saarbrücken : LAP Lambert, 2013. 137 с.
21. Quadt L., Critchley H., Nagai Y. Cognition, emotion, and the central autonomic network // *Autonomic Neuroscience*. 2022. Vol. 238. P. 102948. doi: 10.1016/j.autneu.2022.102948
22. Guo C.C., Sturm V.E., Zhou J., et al. Dominant hemisphere lateralization of cortical parasympathetic control as revealed by frontotemporal dementia // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2016. Vol. 113, N 17. P. E2430–E2439. doi: 10.1073/pnas.1509184113

REFERENCES

1. Bezrukikh MM, Machinskaya RI, Farber DA. Structural and functional organization of a developing brain and formation of cognitive functions in child ontogeny. *Human Physiology*. 2009;35(6):658–671. doi: 10.1134/S0362119709060024
2. Rozhkov VP, Trifonov MI, Soroko SI. CNS development in children and adolescents of the Russian Federation northern region and its reflection in the dynamics of integral EEG parameters. *Žurnal vyššej nervnoj deâtel'nosti im. I.P. Pavlova*. 2021;71(4):529–546. (In Russ). doi: 10.31857/S0044467721040067.
3. Semikin VV, Popova TL, Kochkin RA, Mezhdina OY. The Experimental Study of the Possibility to Optimize Psychophysiological State of a Person in Arctic Conditions. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Psychology*. 2022;42:76–93. doi: 10.26516/2304-1226.2022.42.76
4. Simonova NN, Tunkina MA, Korneeva YA, Trofimova AA. Adaptability as a predictor to the change of functional states in participants of a marine scientific expedition to the Arctic. *Natsional'nyy psikhologicheskii zhurnal (National psychological journal)*. 2022;(4):65–79. (In Russ). doi: 10.11621/npj.2022.0407
5. Steiner L, Federspiel A, Slavova N, et al. Functional topography of the thalamo-cortical system during development and its relation to cognition. *NeuroImage*. 2020;223:117361. doi: 10.1016/j.neuroimage.2020.117361
6. Gnezditskiy VV, Korepina OS, Chatskaya AV, Klochkova OI. Memory, cognition and the endogenous evoked potentials of the brain: the estimation of the disturbance of cognitive functions and capacity of working memory without the psychological testing. *Uspehi fiziologicheskikh nauk*. 2017;48(1):3–23. (In Russ).
7. Solonin YuG. Studies on Latitude Physiology (Review). *Žurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2019;7(2):228–239. (In Russ). doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.228
8. Zvyagina NV, Morozova LV. Vozrastnye osobennosti umstvennoj rabotosposobnosti i vnimaniya u detej i podrostkov goroda Arhangel'ska. *Novyye issledovaniya*. 2011;1(26): 66–76. (In Russ).
9. Kaufmann T, Vögele C, Sütterlin S, et al. Effects of resting heart rate variability on performance in the P300 brain-computer interface. *International Journal of Psychophysiology*. 2012;83(3):336–341. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.11.018
10. Forte G, Favieri F, Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Frontiers in Neuroscience*. 2019;13:710. doi: 10.3389/fnins.2019.00710
11. Léonard A, Clément S, Kuo C-D, Manto M. Changes in Heart Rate Variability During Heartfulness Meditation: A Power Spectral Analysis Including the Residual Spectrum. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2019;6:62. doi: 10.3389/fcvm.2019.00062
12. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*. 2017;5:258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258
13. Agadzhanian NA, Konovalova GM, Ozheva RSh. Etnos, zdorov'e i problemy adaptatsii. *Novyye tekhnologii*. 2010;(3):93–97. (In Russ).
14. Grijbovski AM, Gorbatova MA, Narkevich AN, Vinogradov KA. Required sample size for comparing proportions in two independent samples. *Marine medicine*. 2020;6(2):106–113. doi: 10.22328/2413-5747-2020-6-2-106-113
15. Baevsky RM, Kirillov OI, Klyatskin SZ. *Matematicheskij analiz izmenenij serdechnogo ritma pri stresse*. Moscow: Nauka; 1984. 222 p. (In Russ).
16. Boyko IM, Mosyagin IG. *Psihofiziologicheskaya bezopasnost' poletov na Evropejskom Severe Rossii*. Arkhangelsk: Izdatel'stvo SGMU; 2011. 202 p. (In Russ).
17. Chesnokova VN, Mosyagin IG. Sezonnaya dinamika parametrov kardiorespiratornoi sistemy u yunoshei, prozhivayushchikh na Evropejskom Severe Rossii. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2009;(8):7–11. (In Russ).
18. Zabolotnik SI. Rajonirovanie territorii strany po surovosti klimaticheskikh uslovij. *Upravlenie megapolisom*. 2008;(6):104–111. (In Russ).
19. Solonin IG, Markov AL, Bojko ER, et al. Comparison of the results of satellite studies in participants of the MARS-500 experiment in Syktyvkar and Almaty. *Human Physiology*. 2015;41(3):311–317. doi: 10.7868/S0131164615030169
20. Khasnulin VI, Khasnulina AV. *Stress in the North. Mechanisms of resistance to psychoemotional stress Northe*. Saarbrücken: LAP LAMBERT; 2013. 137 p.
21. Quadt L, Critchley H, Nagai Y. Cognition, emotion, and the central autonomic network. *Autonomic Neuroscience*. 2022;238:102948. doi: 10.1016/j.autneu.2022.102948
22. Guo CC, Sturm VE, Zhou J, et al. Dominant hemisphere lateralization of cortical parasympathetic control as revealed by frontotemporal dementia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2016;113(17):E2430–E2439. doi: 10.1073/pnas.1509184113

ОБ АВТОРАХ

*** Кривоногова Елена Вячеславовна**, к.б.н.,
старший научный сотрудник;
адрес: Российская Федерация, 163020, Архангельск,
пр-т Никольский, 20;
ORCID: 0000-0002-2323-5246;
eLibrary SPIN: 9022-9696;
e-mail: elena200280@mail.ru

Кривоногова Ольга Вячеславовна, к.б.н., научный сотрудник;
ORCID: 0000-0002-7267-8836;
eLibrary SPIN: 1086-3008;
e-mail: ja.olga1@gmail.com

Поскотинова Лилия Владимировна, д.б.н., к.м.н., доцент,
главный научный сотрудник;
ORCID: 0000-0002-7537-0837;
eLibrary SPIN: 3148-6180;
e-mail: liliya200572@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

***Elena V. Krivonogova**, Cand. Sci. (Biol.), senior researcher;
address: 20 Nikolsky avenue, 163020, Arkhangelsk,
Russian Federation;
ORCID: 0000-0002-2323-5246;
eLibrary SPIN: 9022-9696;
e-mail: elena200280@mail.ru

Olga V. Krivonogova, Cand. Sci. (Biol.), researcher;
ORCID: 0000-0002-7267-8836;
eLibrary SPIN: 1086-3008;
e-mail: ja.olga1@gmail.com

Lilia V. Poskotinova, Dr. Sci. (Biol.), Cand. Sci. (Med.),
associate professor, chief researcher;
ORCID: 0000-0002-7537-0837;
eLibrary SPIN: 3148-6180;
e-mail: liliya200572@mail.ru