

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

ЭКОЛОГИЯ



ЧЕЛОВЕКА

EKOLOGIYA CHELOVEKA
(HUMAN ECOLOGY)

Volume 31, Issue 7, 2024

7

Том 31

2024



FOUNDERS:

- Northern State Medical University;
- Eco-Vector

PUBLISHER:

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky pereulok,
191181 Saint Petersburg, Russia

E-mail: info@eco-vector.com

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

EDITORIAL OFFICE:

Address: 51 Troitsky Ave., Arkhangelsk 163069,
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: I.G. Shevchenko

Proofreader: I.G. Shevchenko

Layout editor: O.V. Ustinkova

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 31 • Issue 7 • 2024

The journal publishes results of research in environmental health, human
physiology, human ecology, hygiene, epidemiology and public health.

The primary audience of the journal includes health professionals,
environmental specialists, biomedical researchers, biologists,
social workers and university teachers.

The journal publishes original articles and reviews.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Tatiana N. Unguryanu, MD, Dr. Sci. (Med), Professor associate

North State Medical University (Arkhangelsk, Russia)

ORCID iD: 0000-0001-8936-7324

Deputy Editor-in-Chief

Andrey B. Gudkov, MD, Dr. Sci. (Med), Professor (Arkhangelsk, Russia)

ORCID iD: 0000-0001-5923-0941

Igor B. Ushakov, MD, Dr. Sci. (Med), Professor (Moscow, Russia)

ORCID iD: 0000-0002-0270-8622

International editor

Jon Øyvind Odland, Professor (Norway)

ORCID iD: 0000-0002-2756-0732

Executive editor

Vitaly A. Postoev, MD, Cand. Sci. (Med) (Arkhangelsk, Russia)

ORCID iD: 0000-0003-4982-4169

EDITORIAL COUNCIL

Ivan N. Bolotov, Dr. Sci. (Biol), Professor
(Arkhangelsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-3878-4192

Roman V. Buzinov, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor associate (St. Petersburg, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-8624-6452

Valeriy A. Chereshev, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Ekaterinburg, Russia)
ORCID iD: 0000-0003-4329-147X

Nataliya V. Dorshakova, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Petrozavodsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0003-1072-9164

Mika Gissler, Professor (Finland)
ORCID iD: 0000-0001-8254-7525

Andrej M. Grjibovski,
MD, PhD (Arkhangelsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-5464-0498

Lyubov N. Gorbatova, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Arkhangelsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0003-0675-3647

Rhonda Johnson, Professor (USA)
ORCID iD: 0000-0002-7730-7452

Vladimir A. Karpin, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Surgut, Russia)
eLibrary SPIN: 1860-8435

Valeriya I. Makarova, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Arkhangelsk, Russia)
Scopus Author ID: 7005797378

Andrey O. Maryandyshev, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Arkhangelsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-8485-5625

Igor G. Mosyagin, MD, Dr. Sci. (Med), Professor
(Arkhangelsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-9485-6584

Evert Nieboer, Professor (Canada)
ORCID iD: 0000-0001-5165-2832

Kersti Pärna, Professor associate (Estonia)
ORCID iD: 0000-0001-7677-9493

Magnus Per, Professor (Norway)
ORCID iD: 0000-0002-6427-4735

Kalediene Ramune, Professor (Lithuania)
ORCID iD: 0000-0003-3434-8091

Arja Rautio, Professor (Finland)
ORCID iD: 0000-0002-5816-533X

Halina Röllin, Professor (South Africa)
ORCID iD: 0000-0001-5247-6519

Marilza Vieira Cunha Rudge,
Professor (Brazil)
ORCID iD: 0000-0002-9227-832X

Jonatan Ruiz, Professor (Spain)
ORCID iD: 0000-0002-7548-7138

Zumin Shi, Professor (Qatar)
ORCID iD: 0000-0002-3099-3299

Genrikh A. Sofronov, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (St. Petersburg, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-8587-1328

Andrey G. Soloviev, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Arkhangelsk, Russia)
ORCID iD: 0000-0002-0350-1359

Pal Weihe, Professor (Faroe Islands)
ORCID iD: 0000-0001-8174-3671

Agneta Yngve, Professor (Sweden)
ORCID iD: 0000-0002-7165-279X

Canqing Yu, Professor (China)
ORCID iD: 0000-0002-0019-0014

Nina V. Zaytseva, MD, Dr. Sci. (Med),
Professor (Perm, Russia)
ORCID iD: 0000-0003-2356-1145

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: 191181, 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

– Белый список научных журналов

– Google Scholar

– Ulrich's Periodicals directory

– ядро РИНЦ

– Russian Science Citation Index

– Norwegian National Center for Research Data

– реферативный журнал и база данных

ВИНИТИ

– Global Health

– CAB Abstracts

– ProQuest

– InfoBase Index

– КиберЛенинка

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

Литературный редактор: И.Г. Шевченко

Корректор: И.Г. Шевченко

Верстка: О.В. Устинкова

Сдано в набор 27.01.2025.

Подписано в печать 28.03.2025.

Выход в свет 08.04.2025.

Формат 60 × 88%. Печать офсетная.

Заказ . Цена свободная.

Усл. печ. л. 8,1.

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>

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

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Ежемесячный научный рецензируемый журнал

Том 31 • № 7 • 2024

Основными направлениями публикаций являются вопросы взаимодействия человека и окружающей среды, физиология человека, влияние экологических факторов на здоровье населения, гигиена, эпидемиология и общественное здоровье.

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

В журнале публикуются оригинальные статьи, обзоры и протоколы исследований.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Унгуряну Татьяна Николаевна, д-р мед. наук, доцент

Северный государственный медицинский университет

(Архангельск, Россия)

ORCID iD: 0000-0001-8936-7324

Заместители главного редактора

Гудков Андрей Борисович, д-р мед. наук, профессор (Архангельск, Россия)

ORCID iD: 0000-0001-5923-0941

Ушаков Игорь Борисович, д-р мед. наук, профессор (Москва, Россия)

ORCID iD: 0000-0002-0270-8622

Международный редактор

Odland Jon Øyvind, профессор (Норвегия)

ORCID iD: 0000-0002-2756-0732

Ответственный секретарь

Постоев Виталий Александрович, канд. мед. наук (Архангельск, Россия)

ORCID iD: 0000-0003-4982-4169

16+

Экология человека. 2024. Т. 31, № 7.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Болотов Иван Николаевич, д.б.н.,
профессор (Архангельск, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-3878-4192

Бузинов Роман Вячеславович, д.м.н.,
доцент (Санкт-Петербург, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-8624-6452

Горбатова Любовь Николаевна, д.м.н.,
профессор (Архангельск, Россия)
ORCID iD: 0000-0003-0675-3647

Гржибовский Андрей Мечиславович,
PhD (Архангельск, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-5464-0498

Доршакова Наталья Владимировна, д.м.н.,
профессор (Петрозаводск, Россия)
ORCID iD: 0000-0003-1072-9164

Зайцева Нина Владимировна, д.м.н.,
профессор (Пермь, Россия)
ORCID iD: 0000-0003-2356-1145

Карпин Владимир Александрович, д.м.н.,
профессор (Сургут, Россия)
eLibrary SPIN: 1860-8435

Макарова Валерия Ивановна, д.м.н.,
профессор (Архангельск, Россия)
Scopus Author ID: 7005797378

Марьяндышев Андрей Олегович, д.м.н.,
профессор (Архангельск, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-8485-5625

Мосягин Игорь Геннадьевич, д.м.н.,
профессор (Архангельск, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-9485-6584

Соловьев Андрей Горгоньевич, д.м.н.,
профессор (Архангельск, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-0350-1359

Софронов Генрих Александрович, д.м.н.,
профессор (Санкт-Петербург, Россия)
ORCID iD: 0000-0002-8587-1328

Черешнев Валерий Александрович, д.м.н.,
профессор (Екатеринбург, Россия)
ORCID iD: 0000-0003-4329-147X

Yngve Agneta, профессор (Швеция)
ORCID iD: 0000-0002-7165-279X

Rautio Arja, профессор (Финляндия)
ORCID iD: 0000-0002-5816-533X

Rudge Marilza Vieira Cunha, профессор
(Бразилия)
ORCID iD: 0000-0002-9227-832X

Nieboer Evert, профессор (Канада)
ORCID iD: 0000-0001-5165-2832

Röllin Halina, профессор (ЮАР)
ORCID iD: 0000-0001-5247-6519

Ruiz Jonatan, профессор (Испания)
ORCID iD: 0000-0002-7548-7138

Ramune Kalediene, профессор (Литва)
ORCID iD: 0000-0003-3434-8091

Pärna Kersti, доцент (Эстония)
ORCID iD: 0000-0001-7677-9493

Per Magnus, профессор (Норвегия)
ORCID iD: 0000-0002-6427-4735

Gissler Mika, профессор (Финляндия)
ORCID iD: 0000-0001-8254-7525

Weihe Pal, профессор (Фарерские острова)
ORCID iD: 0000-0001-8174-3671

Johnson Rhonda, профессор (США)
ORCID iD: 0000-0002-7730-7452

Shi Zumin, профессор (Катар)
ORCID iD: 0000-0002-3099-3299

Yu Canqing, профессор (КНР)
ORCID iD: 0000-0002-0019-0014

CONTENTS

Original Study Articles

S.S. Aleksanin, V.I. Evdokimov, I.R. Klenkov, V.Yu. Rybnikov, M.S. Pluzhnik

Analysis of research directions on the application of respiratory gas mixtures
in extreme medicine 503

L.B. Masnavieva, G.M. Bodienkova, E.V. Boklazhenko

Evaluation of cytokines, antibodies to neurotransmitter receptors, and their interrelations
in individuals with hand-arm vibration syndrome 512

E.A. Sarf, L.V. Stepanova, O.A. Kolenchukova, L.V. Bel'skaya

Mineral composition and type of saliva microcrystallization in residents
of major industrial regions. 521

E.R. Shaikhislamova, A.S. Shastin, E.T. Valeeva, T.M. Tsepilova, T.Yu. Obukhova, A.A. Distanova

Primary incidence patterns among the working-age population residing
in the Volga Federal District during the COVID-19 pandemic 532

S.A. Maksimov, M.B. Kotova, G.N. Tsagan-Mandzhieva, M.S. Kurakin, N.G. Kostina,

V.N. Kolesnikov, V.V. Suvarov, S.V. Nesyna, M.A. Nikulina, V.A. Agayan, Yu.S. Pinchuk, O.M. Drapkina

The prevalence of unhealthy habits in residential areas and personal social circles
is associated with smoking and alcohol consumption among young adults 542

V.I. Popov, N.A. Skoblina, O.F. Zhukov, Yu.I. Semenov

Trends in the physical development of preschool children in the Sakha Republic (Yakutia). 553

СОДЕРЖАНИЕ

Оригинальные исследования

С.С. Алексанин, В.И. Евдокимов, И.Р. Кленков, В.Ю. Рыбников, М.С. Плужник

Анализ направлений научных исследований по применению газовых дыхательных смесей
в экстремальной медицине 503

Л.Б. Маснавиева, Г.М. Бодиенкова, Е.В. Боклаженко

Оценка цитокинов, антител к рецепторам нейромедиаторов и их взаимосвязей
у лиц с вибрационной болезнью 512

Е.А. Сарф, Л.В. Степанова, О.А. Коленчукова, Л.В. Бельская

Минеральный состав и тип микрокристаллизации слюны у жителей
крупных промышленных регионов 521

Э.Р. Шайхлисламова, А.С. Шастин, Э.Т. Валеева, Т.М. Цепилова, Т.Ю. Обухова, А.А. Дистанова

Особенности первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста,
проживающего в Приволжском федеральном округе, в период эпидемии
новой коронавирусной инфекции 532

С.А. Максимов, М.Б. Котова, Г.Н. Цаган-Манджиева, М.С. Куракин, Н.Г. Костина,

В.Н. Колесников, В.В. Суворов, С.В. Несына, М.А. Никулина, В.А. Агаян,

Ю.С. Пинчук, О.М. Драпкина

Распространённость вредных привычек в районе проживания и в личном окружении
ассоциируется с курением и употреблением алкоголя молодёжью 542

В.И. Попов, Н.А. Скоблина, О.Ф. Жуков, Ю.И. Семёнов

Тенденции изменений физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия) 553

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643357>

Анализ направлений научных исследований по применению газовых дыхательных смесей в экстремальной медицине

С.С. Алексанин¹, В.И. Евдокимов¹, И.Р. Кленков², В.Ю. Рыбников¹, М.С. Плужник²¹ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова, Санкт-Петербург, Россия;² Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель. Выявить динамику и структуру направлений научных исследований российских авторов по применению газовых дыхательных смесей в экстремальной медицине.

Материалы и методы. Провели поиск публикаций в Российском индексе научного цитирования и изучили 788 отечественных публикаций за 2006–2023 гг. по применению газовых дыхательных смесей в экстремальной медицине. Статей в рецензируемых журналах отобрано 513 (65,1%), материалов конференций — 118 (15,0%), патентов на изобретения и полезные модели — 108 (13,7%), авторефератов диссертаций — 45 (5,7%). Публикации соотнесли с рубриками разработанного классификатора. Нозологии, при лечении и реабилитации которых применяли газовые дыхательные смеси, распределили по классам Международной классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ-10). Развитие направлений научных исследований изучали при помощи анализа динамических рядов и расчёта полиномиального тренда второго порядка применительно к техническим, биологическим, физиологическим, медицинским и психологическим наукам и различным газовым смесям.

Результаты. Общие вопросы применения газовых дыхательных смесей рассматривались в 1,5% работ, технические проблемы — в 8,7%, биологические — в 13,7%, физиологические — в 33,7%, медицинские — в 40,2%, психологические — в 2,2%. Отмечается динамика увеличения числа публикаций по перечисленным проблемам. В анализируемом массиве в состав газовых дыхательных смесей ксенон входил в 47,3% работ, гелий — в 19,4%, повышенное и пониженное содержание кислорода — в 11,5 и 9,7%, другие газы — в 12,1%. Выявлена динамика увеличения применения в газовых дыхательных смесях ксенона и гелия. В работах по техническим наукам в 53,2% случаев представлялись устройства для получения фармацевтических субстанций газовых дыхательных смесей, в структуре биологических исследований — в 34,9% работ маркеры применения газовых дыхательных смесей на животных, в физиологических исследованиях в 55,5% изучалось влияние газовых дыхательных смесей на оптимизацию функционального состояния и работоспособность специалистов экстремальных профессий, в том числе спортсменов (44,3%), моряков (29,1%), лётчиков (5,5%), пожарных, спасателей и пр. (21,1%), в структуре медицинских работ в 78,3% случаев исследовали эффективность лечения.

Заключение. В целом отмечается позитивное влияние применения в составе газовых дыхательных смесей инертных газов для оптимизации функционального состояния организма пациентов при некоторых нозологиях и повышения стрессоустойчивости специалистов экстремальных профессий. В то же время необходимо продолжить исследования по изучению влияния различных комбинаций газовых дыхательных смесей на организм животных и человека, извлечению из окружающей среды инертных газов и снижению их себестоимости.

Ключевые слова: газовые дыхательные смеси; азот; ксенон; аргон; гелий; функциональное состояние; работоспособность; экстремальная деятельность; наукометрический анализ.

Как цитировать:

Алексанин С.С., Евдокимов В.И., Кленков И.Р., Рыбников В.Ю., Плужник М.С. Анализ направлений научных исследований по применению газовых дыхательных смесей в экстремальной медицине // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 503–511. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643357>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643357>

Analysis of research directions on the application of respiratory gas mixtures in extreme medicine

Sergey S. Aleksanin¹, Vladimir I. Evdokimov¹, Ilyas R. Klenkov²,
Viktor Yu. Rybnikov¹, Mihail S. Pluzhnik²

¹ The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russia;

² Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

AIM: To analyze the trends and structure of Russian scientific research on the application of respiratory gas mixtures in extreme medicine.

MATERIALS AND METHODS: A literature search was conducted in the Russian Science Citation Index, identifying 788 Russian publications from 2006 to 2023 on the application of respiratory gas mixtures in extreme medicine. A total of 513 (65.1%) articles from peer-reviewed journals, 118 (15.0%) conference materials, 108 (13.7%) patents for inventions and utility models, and 45 (5.7%) dissertation abstracts were selected. Publications were categorized into the sections of a developed classification system. Diseases for which respiratory gas mixtures were used in treatment and rehabilitation were classified according to the International Classification of Diseases (ICD-10). The evolution of research directions was assessed using time series analysis and a second-order polynomial trend calculation across technical, biological, physiological, medical, and psychological sciences, as well as for different gas mixtures.

RESULTS: General aspects of respiratory gas mixtures were discussed in 1.5% of studies, technical issues in 8.7%, biological aspects in 13.7%, physiological aspects in 33.7%, medical applications in 40.2%, and psychological aspects in 2.2%. An increasing trend in publications across these domains was observed. Among the analyzed studies, xenon was included in 47.3% of gas mixtures, helium in 19.4%, increased and decreased oxygen content in 11.5% and 9.7%, respectively, and other gases in 12.1%. A growing trend in the use of xenon and helium in respiratory gas mixtures was identified. In 53.2% of technical science studies, devices for generating pharmaceutical substances from respiratory gas mixtures were examined. In 34.9% of biological studies, biomarkers of respiratory gas mixture exposure in animal models were analyzed. In 55.5% of physiological studies, the effects of respiratory gas mixtures on optimizing functional state and performance in extreme professions were examined, including athletes (44.3%), seafarers (29.1%), pilots (5.5%), and firefighters and rescue workers (21.1%). In medical research, 78.3% of studies focused on evaluating treatment effectiveness.

CONCLUSION: Overall, a positive effect has been observed from the use of inert gases in respiratory gas mixtures for improving the functional state of patients with specific conditions and increasing stress resistance in professionals working in extreme conditions. At the same time, further research is needed to study the effects of various respiratory gas mixtures on the bodies of animals and humans, the extraction of inert gases from the environment, and lowering their cost of production.

Keywords: respiratory gas mixtures; nitrogen; xenon; argon; helium; functional status; physical performance; extreme activities; scientometric analysis.

To cite this article:

Aleksanin SS, Evdokimov VI, Klenkov IR, Rybnikov VYu, Pluzhnik MS. Analysis of research directions on the application of respiratory gas mixtures in extreme medicine. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):503–511. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643357>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643357>

极端医学中呼吸气体混合物应用的科学研究趋势分析

Sergey S. Aleksanin¹, Vladimir I. Evdokimov¹, Ilyas R. Klenkov²,
Viktor Yu. Rybnikov¹, Mihail S. Pluzhnik²

¹The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, St. Petersburg, Russia;

²Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

摘要

研究目的。分析俄罗斯学者关于呼吸气体混合物在极端医学中应用研究的动态和结构。

材料与方法。在俄罗斯科学引文索引 (RSCI) 中检索相关文献,并分析了2006年至2023年间国内关于呼吸气体混合物在极端医学中应用的788篇论文。其中,期刊论文(经同行评审)513篇(65.1%),会议论文118篇(15.0%),发明专利和实用新型专利108项(13.7%),学位论文摘要45篇(5.7%)。将这些出版物归类到制定的分类系统中,并根据国际疾病分类(ICD-10)将呼吸气体混合物用于治疗 and 康复的疾病按类别进行分组。研究方向的发展通过动态序列分析进行评估,并计算适用于技术、生物学、生理学、医学和心理学学科及各种呼吸气体混合物的二次多项式趋势。

结果。关于呼吸气体混合物应用的一般性问题占1.5%,技术问题占8.7%,生物学问题占13.7%,生理学问题占33.7%,医学问题占40.2%,心理学问题占2.2%。研究显示,关于上述问题的相关出版物数量呈增长趋势。在分析的文献中,47.3%的研究涉及氩气,19.4%涉及氦气,11.5%和9.7%的研究分别涉及高氧和低氧气体混合物,12.1%的研究涉及其他气体。研究表明,氩气和氦气在呼吸气体混合物中的应用呈增长趋势。在技术科学领域,53.2%的研究涉及用于生产呼吸气体混合物药物物质的装置。在生物学研究中,34.9%的论文涉及动物实验的呼吸气体混合物标志物。在生理学研究中,55.5%的研究关注呼吸气体混合物对极端职业人员(包括运动员44.3%、海员29.1%、飞行员5.5%、消防员、救援人员等21.1%)功能状态和工作能力优化的影响。在医学研究中,78.3%的研究评估了治疗效果。

结论。研究表明,呼吸气体混合物中惰性气体的应用可改善特定疾病患者的功能状态,并增强极端职业从业人员的抗压能力。同时,仍需进一步研究不同组合的呼吸气体混合物对动物和人体的影响,以及从环境中提取惰性气体的技术和降低其成本的策略。

关键词:呼吸气体混合物;氮气;氩气;氩气;氦气;功能状态;身体性能;极端职业活动;科学计量分析。

引用本文:

Aleksanin SS, Evdokimov VI, Klenkov IR, Rybnikov VYu, Pluzhnik MS. 极端医学中呼吸气体混合物应用的科学研究趋势分析. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):503–511. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643357>

收到: 23.12.2024

接受: 23.01.2025

发布日期: 02.02.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Исследования по применению газовых дыхательных смесей (ГДС) для целей экстремальной медицины, повышения, сохранения и восстановления работоспособности специалистов экстремальных видов деятельности (космонавты, водолазы, лётчики, подводники, пожарные и другие) или в интересах клинической медицины для коррекции психического состояния или анестезии активно проводились российскими исследователями ранее [1] и продолжают в последние десятилетия.

В изданных обзорах содержится анализ перспектив использования ГДС в медицинской практике [2–5], в том числе при изучении нейропротекции и при использовании в анестезиологии для наркоза [5–8], по влиянию кислородно-ксеноновых смесей на интенсивность послеоперационного болевого синдрома у онкологических больных [9], по использованию кислородно-гелиевых смесей в терапии пневмоний и COVID-19 [10], по лечению зависимостей, других психических расстройств [11–13] и заболеваний у детей [14–16], по поддержанию жизнеспособности раненых с большой кровопотерей в условиях переохлаждения [17] и при других состояниях организма человека.

Значительное количество исследований по применению ГДС, в основном с использованием ксенона, посвящено коррекции функционального состояния организма спортсменов и специалистов экстремальных профессий [18–20], например, при медицинском обеспечении подводных погружений [21, 22].

В предыдущей статье представлен кластерный анализ содержания 513 журнальных статей, опубликованных в 2006–2023 гг. При помощи программы VOSviewer ключевые слова в статьях были объединены в 7 кластеров. Кластеры перечислены по величине общей силы связи ключевых слов, которая была несколько отличной от числа статей: вопросы ксеноновой анестезии изучались в 29,0% публикаций, гипоксических тренировок — в 22,5%, газового состава в замкнутых пространствах — в 22,0%, кислородно-гелиевых смесей — в 16,4%, влияния ГДС на нейропротекцию — в 4,4%, кислородно-ксеноновых смесей при стрессе — в 3,6%, ГДС при низкотопочной анестезии — в 3,6%. Выявлены ведущие отечественные научные школы и учёные, исследовавшие влияние ГДС на организм человека и животных [23].

Цель исследования. Выявить динамику и структуру направлений научных исследований российских авторов по применению ГДС в экстремальной медицине.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучили научные публикации, проиндексированные в Российском индексе научного цитирования.

Поиск включал в себя следующее:

- ключевые слова: «газовые дыхательные смеси», «ксенон», «аргон», «гелий», «кислородные смеси»;

- где искать: в заглавии, ключевых словах и рефератах статей в журналах, материалах научных конференций, конгрессов, патентах на изобретения и полезные модели;
- период публикации: 2006–2023 гг.

По поисковым режимам получили несколько подборок, которые объединили в общий массив из 788 публикаций по использованию ГДС.

Публикации этого массива изучили рутинным способом и соотнесли с рубриками разработанного классификатора (табл. 1). В разделы 2.1–2.4 и 5.1–5.2 были включены следующие подразделы: с ксеноном, с гелием, с закисью азота, с другими газами; в разделы 3.1–4.4 — дополнительно к указанному: с повышенным и пониженным содержанием кислорода; в раздел 4.5 — спортсмены, моряки, лётчики, другие специалисты экстремальных профессий.

Нередко содержание публикаций относилось к нескольким разделам классификатора. Количество рубрик суммировали (их оказывалось больше, чем изученных публикаций) и определяли процентные соотношения исследований.

Нозологии, при лечении и реабилитации которых применяли ГДС, распределили по классам Международной классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (МКБ-10).

Развитие направлений научных исследований изучали при помощи анализа динамических рядов и расчёта полиномиального тренда второго порядка [24] применительно к техническим, биологическим, физиологическим и медицинским наукам и различным газовым смесям. Коэффициент детерминации (R^2) демонстрировал связь построенного тренда с данными: чем больше R^2 (максимальный 1,0), тем больше приближался он к реально наблюдавшимся данным.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полиномиальный тренд при высоком коэффициенте детерминации показывал увеличение числа публикаций, что может свидетельствовать об актуальности исследований и повышении интереса учёных к проблемам использования ГДС в экстремальной медицине (рис. 1). Например, если в 2006 г. издана 31 публикация, то в 2023 г. — 66, увеличение — в 2,1 раза.

Статей в рецензируемых журналах было 513 (65,1%), в материалах конференций — 118 (15,0%), патентов на изобретения и полезные модели — 108 (13,7%), авторефератов диссертаций — 45 (5,7%), прочих — 4 (0,5%).

При высоких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды исследований по биологическим, физиологическим и медицинским проблемам применения ГДС демонстрируют увеличение данных (рис. 2). Например, в 2006 г. по биологическим проблемам было 7 публикаций, в 2023 г. — 22, увеличение — в 3,1 раза; по физиологическим наукам — 15 и 42 соответственно, увеличение —

Таблица 1. Классификатор изучения научных исследований по применению газовых дыхательных смесей
Table 1. Classifier for the study of scientific research on the use of gaseous breathing mixtures

Рубрики Categories	Всего, % Total (%)	В науке, % In science (%)
1. Общие вопросы General questions	1,5	
1.1. Съезды, конгрессы, конференции, персоналии Convention, congresses, conferences, personalities		
1.2. Правовое регулирование Legal regulation		
2. Технические науки Technical sciences	8,7	100,0
2.1. Устройства для получения фармацевтических субстанций Devices for the production of pharmaceutical substances		53,2
2.2. Устройства для наркоза Anesthesia devices		5,5
2.3. Устройства для оптимизации функционального состояния и работоспособности Devices for optimizing the functional state and operability		15,6
2.4. Устройства для лечения заболеваний Devices for the treatment of diseases		25,6
3. Биологические науки Biological sciences	13,7	100,0
3.1. Маркеры использования на животных Markers of use on animals		34,9
3.2. Оценка использования по клинико-лабораторным показателям (иммунология, клеточные показатели крови и пр.) Evaluation of usage based on clinical and laboratory parameters (immunology, blood cell counts, etc.)		38,9
3.3. Оценка использования по электрофизиологическим показателям (электроэнцефалография, спектроскопия и пр.) Assessment of usage by electrophysiological parameters (electroencephalography, spectroscopy, etc.)		26,2
4. Физиологические науки Physiological sciences	33,7	100,0
4.1. Влияние на сердечно-сосудистую систему Effects on the cardiovascular system		11,6
4.2. Влияние на систему дыхания Effects on the respiratory system		9,3
4.3. Влияние на органы чувств (зрение, слух) Effects on the senses (vision, hearing)		2,4
4.4. Влияние на психические функции, нейропротекцию, боль Effects on mental functions, neuroprotection, pain		21,1
4.5. Оптимизация функционального состояния и работоспособности Optimization of functional status and operability		55,5
5. Медицинские науки Medical Sciences	40,2	
5.1. Использование для наркоза Use for anesthesia		
5.2. Лечение заболеваний с применением газовых дыхательных смесей (по классам МКБ-10) Treatment of diseases with the use of gas breathing mixtures (according to ICD-10 classes)		100,0
5.2.1. Некоторые инфекционные заболевания, COVID-19 (I) Some infectious diseases, COVID-19 (I)		17,4
5.2.2. Новообразования (II) Neoplasms (II)		10,4
5.2.3. Психические расстройства, зависимости (V) Mental disorders, addictions (V)		9,7
5.2.4. Болезни нервной системы (VI) Diseases of the nervous system (VI)		15,1
5.2.5. Болезни глаза и его придаточного аппарата (VII) Diseases of the eye and its accessory apparatus (VII)		2,0
5.2.6. Болезни уха и сосцевидного отростка (VIII) Diseases of the ear and mastoid process (VIII)		2,0
5.2.7. Болезни системы кровообращения (IX) Diseases of the circulatory system (IX)		10,9
5.2.8. Болезни органов дыхания (X) Respiratory diseases (X)		9,9
5.2.9. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII) Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (XIII)		7,4
5.2.10. Болезни мочеполовой системы, патология беременности (XIV) Diseases of the genitourinary system, pathology of pregnancy (XIV)		8,1
5.2.11. Травмы, отравления и другие воздействия внешних причин (XIX) Injuries, poisoning and other effects of external causes (XIX)		2,3
5.2.12. Болезни полости рта, слюнных желёз и челюстей (1-я группа, XI) Diseases of the oral cavity, salivary glands and jaws (group I, XI)		4,8
6. Психологические науки Psychological sciences	2,2	
6.1. Психологическая реабилитация Psychological rehabilitation		

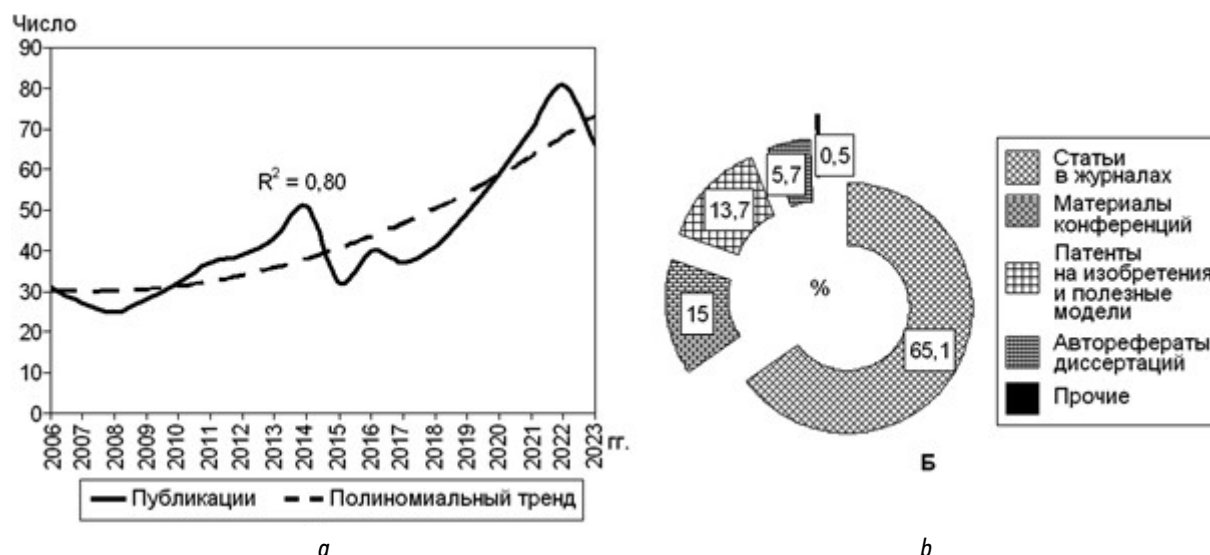


Рис. 1. Динамика количества изученных публикаций (а) и структура типа изданий (б).

Fig. 1. Dynamics of the number of publications studied (a) and the structure of the publications by types (b).

в 2,8 раза; по медицинским наукам — 20 и 45 соответственно, увеличение — в 2,3 раза. При невысоком коэффициенте детерминации тренд исследований по техническим проблемам напоминал U-кривую (см. рис. 2).

Общие вопросы применения ГДС рассматривались в 1,5% публикаций, технические проблемы — в 8,7%, биологические — в 13,7%, физиологические — в 33,7%, медицинские — в 40,2%, психологические — в 2,2% (см. табл. 1).

В анализируемом массиве данных в состав ГДС ксенон входил в 47,3% публикаций, гелий — в 19,4%, повышенное и пониженное содержание кислорода — в 11,5 и 9,7%, другие газы — в 12,1%. Необходимо также отметить высокую стоимость инертных газов и необходимость проведения исследований по их извлечению

из окружающей среды, что будет способствовать снижению себестоимости [25, 26].

С высокими коэффициентами детерминации полиномиальные тренды публикаций по использованию в ГДС ксенона и гелия показывали рост показателей (рис. 3). Например, в 2006 г. действие ксенона изучалось в 18 работах, в 2023 г. — в 45, увеличение — в 2,5 раза; гелия — в 7 и 21 работах соответственно, увеличение — в 3 раза.

При низких коэффициентах детерминации полиномиальный тренд по применению повышенного содержания кислорода в ГДС напоминал U-кривую с тенденцией увеличения публикаций, пониженного содержания кислорода — пологой инвертированную U-кривую с тенденцией уменьшения данных в последний период наблюдения (см. рис. 3).

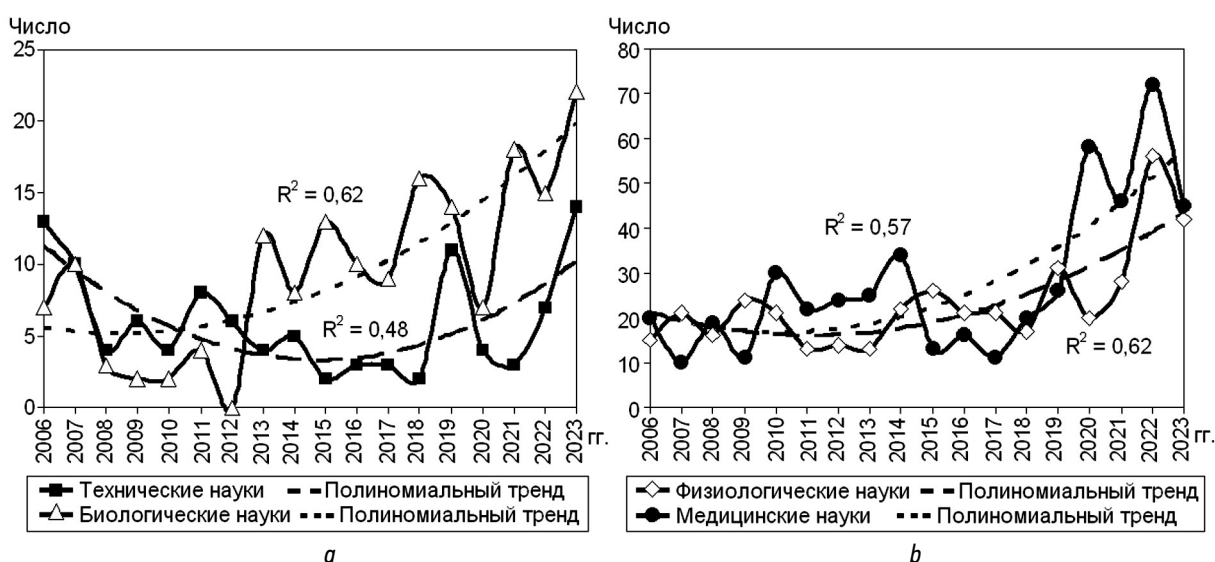


Рис. 2. Динамика количества исследований по применению газовых дыхательных смесей в технических и биологических науках (а), в физиологических и медицинских науках (б).

Fig. 2. The dynamics of the number of studies on the use of gas breathing mixtures in technical and biological sciences (a), in physiological and medical sciences (b).

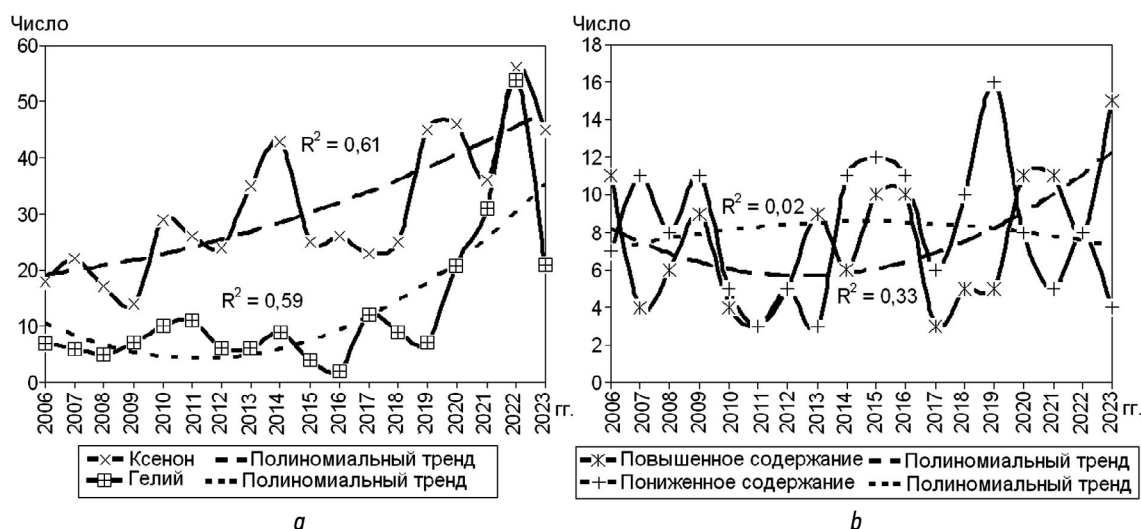


Рис. 3. Динамика количества исследований по применению в газовых дыхательных смесях ксенона и гелия (а), кислорода с разным содержанием (b).

Fig. 3. Dynamics of the number of studies on the use of xenon and helium (a) and oxygen with different contents (b) in gas breathing mixtures.

Уместно указать, что в последние годы увеличивается число работ, в которых изучается действие на организм человека и животных других газов, например, аргона, азота в разных концентрациях и пр.

В структуре технических исследований в 53,2% работ представлялись устройства для получения фармацевтических субстанций ГДС (см. табл. 1). В технических устройствах ксенон предполагали использовать в 37,7% работ, гелий — в 28,4%, повышенное содержание кислорода — в 11,9%, другие газы — в 22,0%.

В структуре биологических исследований результаты использования ГДС по выделенным рубрикам классификатора были в близких по значимости долях (см. табл. 1). В качестве объекта исследований ксенон был в 46,0% работ, гелий — в 12,8%, кислород с повышенным содержанием — в 8,7%, с пониженным содержанием — в 15,1%, другие газы — в 17,4% работ.

В структуре физиологических исследований в 55,5% работ изучалось влияние ГДС на оптимизацию функционального состояния и работоспособность специалистов экстремальных профессий (см. табл. 1), в том числе спортсменов (44,3%), моряков (29,1%), лётчиков (5,5%), пожарных, спасателей и пр. (21,1%). В публикациях, соотнесённых с физиологическими науками, в состав ГДС ксенон входил в 25,7% работ, гелий — в 15,4%, аргон — в 8,3%, кислород с повышенным содержанием — в 17,8%, с пониженным содержанием — в 28,0%, другие газы — в 4,8%.

В структуре медицинских исследований по применению ГДС при наркозе оказалось 21,7% работ, при лечении заболеваний — 78,3% (рис. 4). При медицинских исследованиях в составе ГДС ксенон присутствовал в 65,1% работ, гелий — в 21,9%, повышенное содержание кислорода — в 6,4%, закись азота — в 1,0%, другие газы — в 5,6%.

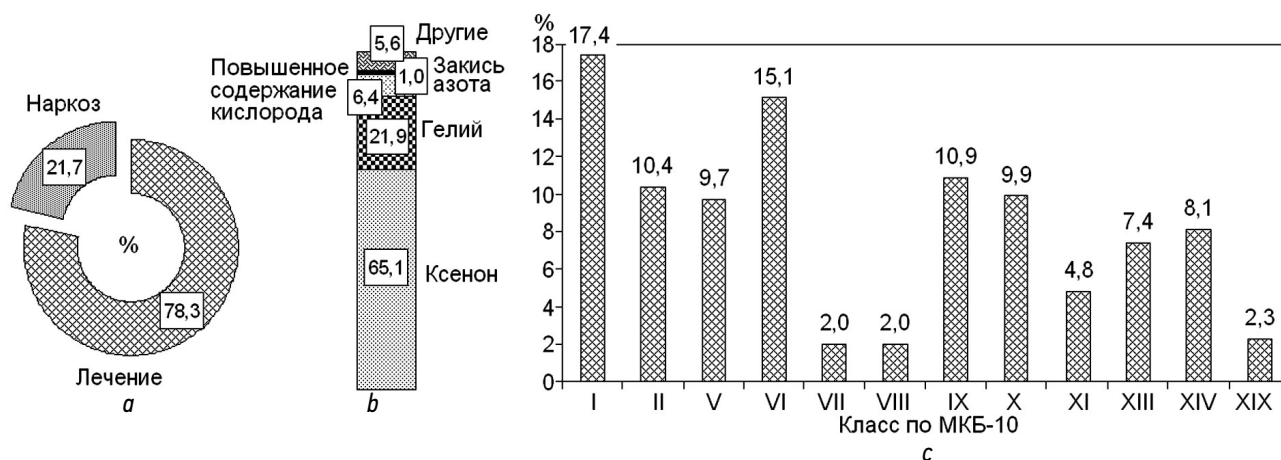


Рис. 4. Структура применения газовых дыхательных смесей в медицинских работах (а), номенклатура газовых дыхательных смесей (b), лечение нозологий (c).

Fig. 4. The structure of the use of gas breathing mixtures in medical work (a), the nomenclature of gas breathing mixtures (b), the treatment of nosologies (c).

Структура лечения нозологий по классам МКБ-10 с использованием ГДС показана на рис. 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ГДС в интересах экстремальной медицины и специалистов экстремальных видов деятельности, клинической медицины для коррекции психического состояния или анестезии достаточно широко представлены в научных работах российских авторов.

В целом отмечается позитивное влияние применения в составе ГДС инертных газов для оптимизации функционального состояния организма пациентов при некоторых нозологиях и повышения стрессоустойчивости специалистов экстремальных профессий. В то же время необходимо продолжить исследования по изучению влияния различных комбинаций ГДС на организм животных и человека, извлечению из окружающей среды инертных газов и снижению их себестоимости.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. С.С. Алексанин, В.Ю. Рыбников — методология исследования, редактирование окончательной версии статьи; В.И. Евдокимов — создание рубрикатора статей, статистический анализ

данных, подготовка иллюстраций, написание первого варианта статьи; И.Р. Кленков — создание рубрикатора статей, рубрикация статей; М.С. Плужник — анализ первичных данных, перевод реферата, транслитерация списка литературы, написание первого варианта статьи. 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).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. S.S. Aleksanin, V.Yu. Rybnikov — methodology of the research, editing of the final version of the article; V.I. Evdokimov — creation of the article rubricator, statistical data analysis, preparation of illustrations, writing the first version of the article; I.R. Klenkov — creation of an article rubricator, article rubrication; M.S. Pluzhnik — analysis of primary data, translation of the abstract, transliteration of the list of references, writing the first version of the article. 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).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Sergeev AA. *Russian literature on aviation, high-altitude and space biology and medicine*. Leningrad: Nauka; 1969–1980. Issues 1–3 (In Russ.)
2. Miroshnichenko YuV, Shchegolev AV, Enikeeva RA, Grachev IN. Identification of the nomenclature of gases for medical use and justification of proposals for regulating their circulation. *Military Medical Journal*. 2018;339(12):46–54. EDN: YPDCQP
3. Nazarov EI. Adaptation approach to the explanation of the therapeutic treatment of ozone, xenon and hydrogen. *Herald of Physiotherapy and Health Resort Therapy*. 2019;25(3):9–33. EDN: UVXKOF
4. Khadartsev AA, Tokarev AR, Valentinov BG. Xenon in medical technologies (literature review). *Journal of New Medical Technologies, Edition*. 2022;16(4):141–149. doi: 10.24412/2075-4094-2022-4-3-8 EDN: EYIYGC
5. Yarygin NV, Shomina EA. Use of xenon in medical practice (literature review). *Practical medicine*. 2022;20(4):171–176. doi: 10.32000/2072-1757-2022-4-171-176 EDN: EVVOBE
6. Bubnova ID, Gerasimova YY, Ermakov MA, et al. Comparative evaluation of the neuroprotective effects subarcticus and drug concentrations medical xenon. *Ural Medical Journal*. 2017;(5):109–113. EDN: YSYTVD
7. Lisichenko IA, Gusarov VG, Teplykh BA, et al. Assessment of amnesic effect and the depth of hypnosis during therapeutic inhalation of xenon-oxygen mixture. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2022;19(5):19–27. doi: 10.21292/2078-5658-2022-19-5-19-27 EDN: JPHOJB
8. Marchenko LYu, Sigaleva EE, Matsnev EI, Anikeev DA. Current view of the action mechanisms and clinical use of xenon inhalations for the purposes of neuroprotection. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2020;54(2):22–29. doi: 10.21687/0233-528X-2020-54-2-22-29 EDN: PCBEBM
9. Potievskaya VI, Shvetskiy FM, Sidorov DV, et al. Assessment of xenon effect on postoperative pain syndrome severity in oncological patients: a randomized study. *Annals of Critical Care*. 2021;(3):140–148. doi: 10.21320/1818-474X-2021-3-140-150 EDN: BKZPLD
10. Lakhin RE, Shapovalov PA, Shchegolev AV, et al. Efficacy of using helium-oxygen mixture in the intensive care of pneumonia in adult patients: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Critical Care*. 2022;(2):52–69. doi: 10.21320/1818-474X-2022-2-52-69 EDN: HEKCCS
11. Bubeev YuA, Boyarintsev VV, Bazii NI, et al. *Medical xenon in treatment of stress-associated: methodological recommendations*. Moscow: FGU UNMCz UD Prezidenta RF; 2014. 28 p. (In Russ.) EDN: DSXQSJ
12. Utkin SI, Abdullaev TYu, Sivach TV, et al. A double blind, placebo-controlled study of the efficacy of a mixture of helium and oxygen in the complex therapy of patients with alcohol withdrawal syndrome. *Journal of Addiction Problems*. 2019;(3):64–84. doi: 10.47877/0234-0623_2019_3_64 EDN: XQKZZB
13. Tsygankov BD, Shamov SA, Bryun EA, et al. *Inhalation therapy with medical xenon in a drug addiction clinic*. Moscow, 2011. 42 p. (In Russ.) EDN: KWOQTF
14. Adkina EA. *Use of xenon in combined anesthesia in patients with cerebral palsy* [dissertation]. Moscow; 2022. 120 p. (In Russ.) EDN: DDOTHU
15. Sabinina TS, Bagaev VG, Alekseev IF. Prospects for applying xenon curative properties in pediatrics. *Pediatric Pharmacology*. 2018;15(5):390–395. doi: 10.15690/pf.v15i5.1961 EDN: VBURNO
16. Haliullin D.M. *Inhalation xenon anaesthesia in outpatient child dentistry* [dissertation abstract]. Moscow; 2020. 24 p. (In Russ.)
17. Patent RUS N 2779951. 02.11.2020. Bull. N 26. Petrov VA, Ivanov AO, Kindzerskiy AV, Majorov IV. *Therapeutic breathing gas mixtures for maintenance of viability of the wounded with great blood loss with hypothermia, and their application method*. Available from: <https://patentimages.storage.googleapis.com/36/7c/f3/efb97c3d8db8a5/RU2779951C2.pdf> (In Russ.)
18. Bubeev YuA, Potapov AV, Ivanov AV. Specific features of the method of using noble gas xenon with the purpose to correct stress-induced disorders in people of dangerous occupations. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2022;56(3):66–70. doi: 10.21687/0233-528X-2022-56-3-66-70 EDN: RHRHSI

19. Ushakov IB, Kal'manov AS, Bubeev JuA. Specific xenonbased gas mixtures used for stress correction therapy in patients exposed to lethal force scenarios. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023;(1):59–67. doi: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-59-67 EDN: WNONIT
20. Ushakov IB, Pyatibrat AO. Prospects of xenon application in functional recovery and rehabilitation of patients working in extreme occupational environments. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022;(4):40–54. doi: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-40-54 EDN: OMGXNR
21. Zverev DP, Haustov AB, Ryzilov DV, Myasnikov AA. Experience of medical provision of autonomous diving launches in equipment of the open and closed type with the use of breathing gas mixtures differentiated by the value of hylc. *Izvestia of the Russian Military Medical Academy*. 2021;40(S2):92–95. EDN: BGEMZU
22. Reyimov DV, Motasov GP, Alpatov VN. On the necessity to control the partial pressure of nitrogen in the oxygen-nitrogen-helium medium of pressure chamber assembly and to adjust the pressure in the course of intensive diving. *Marine Medicine*. 2015;1(1):63–66. EDN: WIMWKZ
23. Evdokimov VI, Aleksanin SS, Rybnikov VYu, et al. Scientometric analysis of articles of respiratory gas mixtures and their application in emergency medicine. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2024;(3):104–123. doi: 10.25016/2541-7487-2024-0-3-104-123 EDN: FRBVND
24. Kholmatova KK, Grijbovski AM. Panel- and trend studies in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(10):57–63. doi: 10.33396/1728-0869-2016-9-57-64 EDN: WQSIDR
25. Kolpakov MYu. *Study of the dynamics of xenon adsorption on industrial sorbents and development of technology for obtaining a xenon-containing mixture in air separation units* [dissertation abstract]. Moscow; 2007. 16 p. (In Russ.) EDN: NJBLEV
26. Yakutseni VP. Helium resource base in the world and the prospects of helium industry development. *Petroleum Geology. Theoretical and Applied Studies*. 2009;4(2):1–24. EDN: KNNUNF

ОБ АВТОРАХ

***Евдокимов Владимир Иванович**, д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург,
ул. акад. Лебедева, д. 4/2;
ORCID: 0000-0002-0771-2102;
eLibrary SPIN: 1692-4593;
e-mail: 9334616@mail.ru

Алексанин Сергей Сергеевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-6998-1669;
eLibrary SPIN: 1256-5967;
e-mail: aleks.serg@rambler.ru

Кленков Ильяс Рифатьевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-1465-1539;
eLibrary SPIN: 9827-8535;
e-mail: klen.ir@mail.ru

Рыбников Виктор Юрьевич, д-р мед. наук,
д-р психол. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-5527-9342;
eLibrary SPIN: 3720-0458;
e-mail: rvikirina@mail.ru

Плужник Михаил Сергеевич;
ORCID: 0009-0002-0535-533X;
eLibrary SPIN: 6513-3583;
e-mail: pluzhnikms@yandex.ru

AUTHORS' INFO

***Vladimir I. Evdokimov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
address: 4/2 Academica Lebedeva st, St. Petersburg, Russia,
194044;
ORCID: 0000-0002-0771-2102;
eLibrary SPIN: 1692-4593;
e-mail: 9334616@mail

Sergey S. Aleksanin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-6998-1669;
eLibrary SPIN: 1256-5967;
e-mail: aleks.serg@rambler.ru

Ilyas R. Klenkov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-1465-1539;
eLibrary SPIN: 9827-8535;
e-mail: klen.ir@mail.ru

Viktor Yu. Rybnikov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Dr. Sci. (Psychology),
Professor;
ORCID: 0000-0001-5527-9342;
eLibrary SPIN: 3720-0458;
e-mail: rvikirina@mail.ru

Mihail S. Pluzhnik;
ORCID: 0009-0002-0535-533X;
eLibrary SPIN: 6513-3583;
e-mail: pluzhnikms@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

Evaluation of cytokines, antibodies to neurotransmitter receptors, and their interrelations in individuals with hand-arm vibration syndrome

Liudmila B. Masnavieva, Galina M. Bodienkova, Elena V. Boklazhenko

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: One of the primary objectives of the healthcare system in the Russian Federation is to preserve the health of the working population, as economic losses associated with the treatment and social support of individuals with occupational diseases is over 200 billion rubles. Hand-arm vibration syndrome and sensorineural hearing loss continue to prevail among the occupational pathologies. Patients with these conditions have been found to exhibit disturbances in the neuroimmune-endocrine system.

AIM: To compare, identify interrelations, and analyze the levels of cytokines and autoantibodies to neurotransmitter receptors in individuals with hand-arm vibration syndrome, depending on the presence/absence of sensorineural hearing loss and the type of vibration exposure.

MATERIALS AND METHODS: Serum levels of interleukins (IL-1 β , IL-4, IL-6, IL-8), tumor necrosis factor (TNF- α), and autoantibodies to acetylcholine, glutamate, GABA, dopamine, and serotonin receptors were studied using enzyme-linked immunosorbent assay in patients with hand-arm vibration syndrome of various etiologies, either caused by localized vibration exposure or by combined localized and whole-body vibration exposure, with or without concurrent sensorineural hearing loss.

RESULTS: When accompanied by sensorineural hearing loss, individuals with vibration disease of any etiology exhibited higher IL-1 β and IL-6 levels compared with those with hand-arm vibration syndrome due to localized vibration exposure without sensorineural hearing loss. For each subgroup, except for individuals with hand-arm vibration syndrome caused by combined localized and whole-body vibration exposure without sensorineural hearing loss, regression equations demonstrated the contribution of cytokines to the variation in antibody levels against neurotransmitter receptors.

CONCLUSION: The findings confirm a higher risk of neuroimmune inflammation in patients with hand-arm vibration syndrome caused by combined whole-body and localized vibration exposure compared to those with vibration disease resulting from localized vibration alone. The presence of concurrent sensorineural hearing loss exacerbates pathological processes due to imbalances in cytokine profiles and neurotransmitter metabolism. Distinctive interrelations between autoantibodies to neurotransmitter receptors and cytokines were identified in individuals with vibration disease of various etiologies and concurrent sensorineural hearing loss.

Keywords: cytokines; antibodies; neuronal receptors; hand-arm vibration syndrome; sensorineural hearing loss.

To cite this article:

Masnavieva LB, Bodienkova GM, Boklazhenko EV. Assessment of the levels of cytokines and antibodies to neurotransmitter receptors and their relations in persons with vibration disease. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):512–520. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

Received: 17.12.2024

Accepted: 09.01.2025

Published online: 27.01.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

Оценка цитокинов, антител к рецепторам нейромедиаторов и их взаимосвязей у лиц с вибрационной болезнью

Л.Б. Маснавиева, Г.М. Бодиенкова, Е.В. Боклаженко

Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, Ангарск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Одной из основных задач здравоохранения Российской Федерации является сохранение здоровья работающего населения, поскольку экономические потери на лечение и социальные выплаты лицам с профессиональными заболеваниями составляют более 200 млрд рублей. Лидирующие позиции в структуре профессиональной патологии продолжают занимать вибрационная болезнь и нейросенсорная тугоухость. У пациентов с данными заболеваниями установлены нарушения в нейроиммунноэндокринной системе.

Цель. Сопоставить и выявить взаимосвязь и проанализировать уровни цитокинов и аутоантител к рецепторам нейромедиаторов у лиц с вибрационной болезнью в зависимости от наличия или отсутствия нейросенсорной тугоухости и вида воздействующей вибрации.

Материалы и методы. У пациентов с вибрационной болезнью различного этиогенеза, обусловленной воздействием локальной вибрации или комбинированным воздействием локальной и общей вибрации, а также отягощённой нейросенсорной тугоухостью и без таковой, с помощью иммуноферментного анализа изучены сывороточные уровни интерлейкинов (IL-1 β , IL-4, IL-6, IL-8), фактора некроза опухоли (TNF- α) и аутоантител к рецепторам ацетилхолина, глутамата, ГАМК, дофамина, серотонина.

Результаты. Установлено, что у лиц с вибрационной болезнью любого генеза, сопровождающейся нейросенсорной тугоухостью, уровень IL-1 β и IL-6 выше при сопоставлении с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации, без нейросенсорной тугоухости. Для каждой из подгрупп, за исключением лиц с вибрационной болезнью, обусловленной комбинированным воздействием локальной и общей вибрации, не имеющих нейросенсорной тугоухости, показаны регрессионные уравнения, свидетельствующие о вкладе цитокинов в изменение уровней антител к рецепторам нейромедиаторов.

Заключение. Полученные данные подтверждают более высокие риски развития нейроиммунного воспаления у пациентов с вибрационной болезнью при комбинированном воздействии общей и локальной вибрации относительно пациентов с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации. Наличие сопутствующей нейросенсорной тугоухости усугубляет течение патологических процессов за счёт дисбаланса в цитокиновом профиле и нейромедиаторном обмене. Выявлены отличительные особенности взаимосвязей аутоантител к нейромедиаторным рецепторам и цитокинов у лиц с вибрационной болезнью различного этиогенеза и сопутствующей нейросенсорной тугоухостью.

Ключевые слова: цитокины; антитела; нейрональные рецепторы; вибрационная болезнь; нейросенсорная тугоухость.

Как цитировать:

Маснавиева Л.Б., Бодиенкова Г.М., Боклаженко Е.В. Оценка цитокинов, антител к рецепторам нейромедиаторов и их взаимосвязей у лиц с вибрационной болезнью // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 512–520. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

Evaluation of cytokines, antibodies to neurotransmitter receptors, and their interrelations in individuals with hand-arm vibration syndrome

Liudmila B. Masnavieva, Galina M. Bodienkova, Elena V. Boklazhenko

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: One of the primary objectives of the healthcare system in the Russian Federation is to preserve the health of the working population, as economic losses associated with the treatment and social support of individuals with occupational diseases is over 200 billion rubles. Hand-arm vibration syndrome and sensorineural hearing loss continue to prevail among the occupational pathologies. Patients with these conditions have been found to exhibit disturbances in the neuroimmune-endocrine system.

AIM: To compare, identify interrelations, and analyze the levels of cytokines and autoantibodies to neurotransmitter receptors in individuals with hand-arm vibration syndrome, depending on the presence/absence of sensorineural hearing loss and the type of vibration exposure.

MATERIALS AND METHODS: Serum levels of interleukins (IL-1 β , IL-4, IL-6, IL-8), tumor necrosis factor (TNF- α), and autoantibodies to acetylcholine, glutamate, GABA, dopamine, and serotonin receptors were studied using enzyme-linked immunosorbent assay in patients with hand-arm vibration syndrome of various etiologies, either caused by localized vibration exposure or by combined localized and whole-body vibration exposure, with or without concurrent sensorineural hearing loss.

RESULTS: When accompanied by sensorineural hearing loss, individuals with vibration disease of any etiology exhibited higher IL-1 β and IL-6 levels compared with those with hand-arm vibration syndrome due to localized vibration exposure without sensorineural hearing loss. For each subgroup, except for individuals with hand-arm vibration syndrome caused by combined localized and whole-body vibration exposure without sensorineural hearing loss, regression equations demonstrated the contribution of cytokines to the variation in antibody levels against neurotransmitter receptors.

CONCLUSION: The findings confirm a higher risk of neuroimmune inflammation in patients with hand-arm vibration syndrome caused by combined whole-body and localized vibration exposure compared to those with vibration disease resulting from localized vibration alone. The presence of concurrent sensorineural hearing loss exacerbates pathological processes due to imbalances in cytokine profiles and neurotransmitter metabolism. Distinctive interrelations between autoantibodies to neurotransmitter receptors and cytokines were identified in individuals with vibration disease of various etiologies and concurrent sensorineural hearing loss.

Keywords: cytokines; antibodies; neuronal receptors; hand-arm vibration syndrome; sensorineural hearing loss.

To cite this article:

Masnavieva LB, Bodienkova GM, Boklazhenko EV. Evaluation of cytokines, antibodies to neurotransmitter receptors, and their interrelations in individuals with hand-arm vibration syndrome. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):512–520. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

Received: 17.12.2024

Accepted: 09.01.2025

Published online: 27.01.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

Оценка цитокинов, антител к рецепторам нейромедиаторов и их взаимосвязей у лиц с вибрационной болезнью

Л.Б. Маснавиева, Г.М. Бодиенкова, Е.В. Боклаженко

Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, Ангарск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Одной из основных задач здравоохранения Российской Федерации является сохранение здоровья работающего населения, поскольку экономические потери на лечение и социальные выплаты лицам с профессиональными заболеваниями составляют более 200 млрд рублей. Лидирующие позиции в структуре профессиональной патологии продолжают занимать вибрационная болезнь и нейросенсорная тугоухость. У пациентов с данными заболеваниями установлены нарушения в нейроиммуноэндокринной системе.

Цель. Сопоставить и выявить взаимосвязь и проанализировать уровни цитокинов и аутоантител к рецепторам нейромедиаторов у лиц с вибрационной болезнью в зависимости от наличия или отсутствия нейросенсорной тугоухости и вида воздействующей вибрации.

Материалы и методы. У пациентов с вибрационной болезнью различного этиогенеза, обусловленной воздействием локальной вибрации или комбинированным воздействием локальной и общей вибрации, а также отягощённой нейросенсорной тугоухостью и без таковой, с помощью иммуноферментного анализа изучены сывороточные уровни интерлейкинов (IL-1 β , IL-4, IL-6, IL-8), фактора некроза опухоли (TNF- α) и аутоантител к рецепторам ацетилхолина, глутамата, ГАМК, дофамина, серотонина.

Результаты. Установлено, что у лиц с вибрационной болезнью любого генеза, сопровождающейся нейросенсорной тугоухостью, уровень IL-1 β и IL-6 выше при сопоставлении с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации, без нейросенсорной тугоухости. Для каждой из подгрупп, за исключением лиц с вибрационной болезнью, обусловленной комбинированным воздействием локальной и общей вибрации, не имеющих нейросенсорной тугоухости, показаны регрессионные уравнения, свидетельствующие о вкладе цитокинов в изменение уровней антител к рецепторам нейромедиаторов.

Заключение. Полученные данные подтверждают более высокие риски развития нейроиммунного воспаления у пациентов с вибрационной болезнью при комбинированном воздействии общей и локальной вибрации относительно пациентов с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации. Наличие сопутствующей нейросенсорной тугоухости усугубляет течение патологических процессов за счёт дисбаланса в цитокиновом профиле и нейромедиаторном обмене. Выявлены отличительные особенности взаимосвязей аутоантител к нейромедиаторным рецепторам и цитокинов у лиц с вибрационной болезнью различного этиогенеза и сопутствующей нейросенсорной тугоухостью.

Ключевые слова: цитокины; антитела; нейрональные рецепторы; вибрационная болезнь; нейросенсорная тугоухость.

Как цитировать:

Маснавиева Л.Б., Бодиенкова Г.М., Боклаженко Е.В. Оценка цитокинов, антител к рецепторам нейромедиаторов и их взаимосвязей у лиц с вибрационной болезнью // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 512–520. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

评估振动病患者的细胞因子、神经递质受体抗体及其相互关系

Liudmila B. Masnavieva, Galina M. Bodienkova, Elena V. Boklazhenko

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russia

摘要

背景。维护劳动人口的健康是俄罗斯联邦医疗卫生体系的优先任务之一，因为职业病患者的治疗和社会补助导致的经济损失超过 2000 亿卢布。在职业病谱系中，振动病及其并发的神经性听力损失仍占据主要地位。研究表明，这些患者的神经-免疫-内分泌系统功能受到显著损害。

研究目的。评估振动病患者的细胞因子水平及其针对神经递质受体的自身抗体水平，分析其相互关系，并探讨这些指标在不同振动暴露类型及伴或不伴神经性听力损失情况下的特点。

材料与方法。研究纳入因局部振动或局部与全身振动联合暴露所致的振动病患者，分为伴或不伴神经性听力损失的亚组。采用酶联免疫吸附分析（ELISA）测定血清中细胞因子水平，包括白细胞介素（IL-1 β 、IL-4、IL-6、IL-8）、肿瘤坏死因子 α （TNF- α ），以及针对乙酰胆碱、谷氨酸、 γ -氨基丁酸（GABA）、多巴胺和血清素受体的自身抗体水平。

结果。研究发现，伴有神经性听力损失的振动病患者 IL-1 β 和 IL-6 水平显著高于仅由局部振动引起但未发生听力损害的患者。此外，除局部与全身振动联合暴露但未合并听力损失的亚组外，其余各组均建立了回归方程，表明细胞因子水平与神经递质受体抗体之间的显著相关性。

结论。研究结果证实，与单纯局部振动所致的振动病相比，局部与全身振动联合暴露可显著增加神经免疫炎症的发生风险。此外，伴发神经性听力损失的患者病理进程更为严重，这可能与细胞因子失衡及神经递质系统功能障碍相关。本研究揭示了不同病因所致振动病及其伴发神经性听力损失患者的自身抗体-神经递质受体与细胞因子的相互作用特征。

关键词：细胞因子；抗体；神经递质受体；振动病；神经性听力损失。

引用本文：

Masnavieva LB, Bodienkova GM, Boklazhenko EV. 评估振动病患者的细胞因子、神经递质受体抗体及其相互关系. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):512–520. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643122>

收到: 17.12.2024

接受: 09.01.2025

发布日期: 27.01.2025

BACKGROUND

In recent decades, one of the primary objectives of the healthcare system in the Russian Federation has been the preservation of the health of the working population. Despite the modernization and automation of industrial facilities, improvements in technological processes, and the implementation of robotics and artificial intelligence, a high incidence of diseases caused by harmful occupational exposures persists in several industrial sectors. Vibration disease (VD) and sensorineural hearing loss (SHL) continue to rank among the leading occupational disorders resulting from physical hazards.¹ These diseases tend to develop over a short period (5 to 7 years of work under hazardous conditions) and lead to reduced work capacity and disability, which determines the high medical and social significance of these professional disorders. The economic costs associated with treatment and social benefits for individuals with occupational diseases exceed 200 billion rubles [1].

The clinical presentation of VD is characterized primarily by angiodystonic syndrome, sensory polyneuropathy of the extremities, and functional disorders of the central nervous system, the severity of which increases with the duration and intensity of vibration exposure. Vibration is known to cause dysfunctions not only in the peripheral but also in the central nervous system, affecting the cerebellum, brainstem structures, hypothalamus, and reticular formation. In SHL, pathological changes occur in the auditory nerve, nerve fibers of the inner ear, as well as the brainstem and cerebral cortex [2]. In addition to nervous system involvement, patients with VD and SHL also present with immune, endocrine, and cardiovascular disorders [3, 4]. According to published data, specific autoantibodies targeting neuronal cell components and structures are detected in the serum of individuals with neurodegenerative diseases [5, 6]. Our earlier findings have revealed altered levels of cytokines and neuronal autoantibodies in patients with VD and SHL. Moreover, differences in cytokine profiles have been noted in individuals with SHL compared to those with VD, as well as depending on the etiology of VD [3, 7]. Despite numerous articles on cytokine profiles, lymphocyte subpopulations, specific antibodies, and other immunologic markers in individuals with occupational diseases, the interrelationship of these markers under combined exposure to different physical occupational hazards remains understudied.

The work aimed to compare and determine the interrelationships, as well as analyze the levels of cytokines and autoantibodies to neurotransmitter receptors, in individuals with VD, depending on the presence or absence of SHL and the type of vibration exposure.

METHODS

As part of a work project conducted by the East Siberian Institute of Medical and Ecological Research (Angarsk), a total of 153 men aged 41–58 years (mean age, 49.6 ± 0.88 years) with occupational diseases resulting from exposure to physical factors were examined.

Inclusion criteria: male sex, VD of occupational origin, no history of autoimmune disorders, and absence of acute respiratory infections at the time of examination. Exclusion criteria: unconfirmed diagnosis of VD or lack of informed consent.

Clinical and laboratory-immunological examinations were approved by the Local Ethics Committee of the East Siberian Institute of Medical and Ecological Research (Protocol No. 5, dated March 21, 2023) and conducted in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from all participants.

In all individuals, the diagnosis of VD was confirmed based on the classification criteria for diseases and conditions outlined in the International Classification of Diseases, 10th Revision (ICD-10). Among the participants, 67 men had an occupational disease resulting from exposure to local vibration (Group 1), and 86 men had combined exposure to local and whole-body vibration (Group 2). Group 1 included workers employed as riveters-assemblers, assembly fitters, tunnelers, loggers, installation workers, chippers, and sawmill operators. Group 2 comprised excavator, bulldozer, grader, drilling rig, and crane operators, as well as KrAZ log truck drivers, forklift drivers, and tractor operators. SHL as a second occupational disease was diagnosed in 47 individuals in Group 1 (local vibration) and in 64 individuals in Group 2 (combined local and whole-body vibration). Within each group, individuals with SHL were classified into separate subgroups.

Serum samples obtained from the participants were analyzed using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) to determine the concentrations of cytokines, including interleukin-1 β (IL-1 β), tumor necrosis factor alpha (TNF- α), and interleukins 4, 6, and 8 (IL-4, IL-6, IL-8), using Vector-Best reagent kits. Additionally, levels of specific IgG autoantibodies were assessed using ELI-Neuro-Test kits (Immunkulus Research and Production Association). The autoantibodies studied included those targeting the following receptors: acetylcholine (nACh-R), glutamate (NMDA-R), gamma-aminobutyric acid (GABA-R), dopamine (DA-R), and serotonin (SER-R).

Statistical analysis was performed using STATISTICA 6.0 software. Normality of data distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test. Comparisons of quantitative variables were conducted using the nonparametric Kruskal–Wallis test and the Mann–Whitney test. Associations between variables were evaluated using Spearman rank correlation and nonlinear regression analysis. The results are presented as median (Me) and interquartile range (25th and 75th percentiles, LQ–UQ). Differences were considered

¹ On the State of Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population in the Russian Federation in 2019: State Report. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 2020:299.

statistically significant at $p < 0.05$ for the Kruskal–Wallis test and Spearman correlation, and at $p < 0.0083$ for pairwise comparisons.

RESULTS

The findings revealed that in the subgroups of individuals with both VD and SHL, serum IL-1 β levels were significantly higher than in individuals with VD caused by local vibration exposure without SHL ($p = 0.001$ and $p < 0.001$ for the subgroups with SHL and VD due to local and combined vibration exposure, respectively; Table 1). IL-6 levels were elevated in the subgroups with VD due to combined local and whole-body vibration exposure, both with and without SHL, as well as in individuals with SHL and VD resulting from local vibration exposure. However, these intergroup differences did not reach statistical significance and demonstrated a trend compared with the subgroup with VD from local vibration exposure without SHL ($p = 0.027$, $p = 0.033$, and $p = 0.013$, respectively).

Analysis of cytokine profiles across all four subgroups revealed a similar structural pattern; however, individuals with SHL as an occupational comorbidity exhibited the highest IL-1 β levels. The greatest concentration of this interleukin was observed in the subgroup with SHL and VD caused by combined local and whole-body vibration exposure. Conversely, the lowest levels of both IL-1 β and IL-6 were detected in the cohort with VD resulting from local vibration exposure without SHL. These findings suggest that combined exposure to noise, local, and whole-body vibration may exert a unidirectional effect on IL-1 β levels and demonstrate a synergistic proinflammatory influence.

Autoantibodies play a central role in the clearance of apoptotic cells and their components during physiological

cell turnover. In this context, they may exhibit protective properties and can be detected at low concentrations in the serum of healthy individuals. However, elevated autoantibody levels may either indicate or contribute to pathological processes involving increased cell death [8].

Serum test of autoantibodies targeting neurotransmitter receptors revealed no statistically significant intergroup differences (Table 2).

Antibody production is known to be regulated by cytokines through B-lymphocyte activation [9, 10]. Consequently, elevated levels of proinflammatory cytokines and the accompanying activation of inflammatory pathways may contribute to increased serum concentrations of autoantibodies. Accordingly, a regression test was conducted to assess associations between cytokine levels and the presence of neural tissue autoantibodies. The resulting equations describe the contribution of cytokine profiles to the development of antibody responses against neurotransmitter receptors. In the subgroup of patients with VD caused by local vibration exposure without SHL, the following models were identified: GABA-R = $1.84 - 1.44 \times (\text{IL-1}\beta) - 6.94 \times (\text{TNF-}\alpha) + 2.54 \times (\text{IL-1}\beta)^2 + 2.57 \times (\text{IL-6})^2 + 6.87 \times (\text{TNF-}\alpha)^2$ ($R^2 = 0.89$, $p = 0.013$); DA-R = $1.37 - 3.30 \times (\text{IL-6}) - 7.62 \times (\text{TNF-}\alpha) + 2.23 \times (\text{IL-1}\beta)^2 + 3.48 \times (\text{IL-6})^2 + 7.40 \times (\text{TNF-}\alpha)^2$ ($R^2 = 0.86$, $p = 0.020$). In individuals with SHL, the following model was established: NMDA-R = $1.00 - 2.49 \times (\text{IL-6}) - 2.50 \times (\text{TNF-}\alpha) + 2.41 \times (\text{TNF-}\alpha)^2$ ($R^2 = 0.85$, $p = 0.029$). In the subgroup with VD due to combined local and whole-body vibration exposure and comorbid SHL, the regression equation was as follows: SER-R = $0.87 + 1.28 \times (\text{IL-1}\beta) - 1.72 \times (\text{IL-1}\beta)^2$ ($R^2 = 0.66$, $p = 0.021$), where GABA-R, DA-R, NMDA-R, SER-R, IL-1 β , IL-4, IL-6 and TNF- α represent levels of relevant autoantibodies and cytokines. No statistically significant regression models were identified

Table 1. Cytokine levels in individuals with occupational diseases caused by exposure to physical factors, Me (LQ–UQ)

Indicator	Group with vibration disease due to local vibration exposure		Group with vibration disease due to combined local and whole-body vibration exposure		<i>p</i>
	Subgroup without sensorineural hearing loss	Subgroup with sensorineural hearing loss	Subgroup without sensorineural hearing loss	Subgroup with sensorineural hearing loss	
IL-1 β , pg/mL	1.20 (0.10–2.19)	6.10 (2.00–29.64)*	2.83 (0.95–21.61)	8.46 (2.22–30.51)*	0.001
IL-4, pg/mL	0.98 (0.72–1.63)	0.56 (0.15–2.79)	1.28 (0.03–4.22)	1.07 (0.01–3.59)	0.676
IL-6, pg/mL	2.92 (2.04–3.87)	4.37 (3.52–5.57)#	4.68 (3.35–12.34)#	4.35 (3.16–5.49)#	0.028
IL-8, pg/mL	6.73 (5.05–7.77)	8.95 (6.93–16.02)	7.89 (6.71–15.36)	7.78 (5.40–10.81)	0.087
TNF- α , pg/mL	0.44 (0.25–0.65)	0.81 (0.30–2.71)	0.50 (0.15–1.99)	0.73 (0.31–2.30)	0.337

Note. *p*, level of statistical significance according to the Kruskal–Wallis test; differences were considered significant at $p < 0.05$; * statistically significant differences compared with the subgroup of individuals with vibration disease from local vibration exposure without sensorineural hearing loss, $p < 0.008$; # trend toward significance compared to the subgroup of individuals with vibration disease from local vibration exposure without sensorineural hearing loss, $0.008 < p < 0.017$.

for the subgroup with VD resulting from combined vibration exposure without SHL. These findings indicate that, in patients with VD due to local vibration exposure and without SHL, serum levels of autoantibodies to neurotransmitter receptors are more strongly associated with the concentrations of IL-1 β , IL-4, IL-6, and TNF- α compared to individuals with combined vibration exposure or those with SHL.

DISCUSSION

It is known that IL-1 β , produced by monocytes, macrophages, Kupffer cells of the liver, Langerhans cells in the epidermis, and microglial cells, exerts both local and systemic effects mediated through activation of the neuroendocrine system [9, 11]. Under normal conditions, increased IL-1 β production triggers protective responses; however, it may lead to uncontrolled inflammation, tissue damage, and become part of the disease pathogenesis. Indirectly, by activating IL-6, IL-1 β may promote the synthesis of antibodies of all immunoglobulin classes. In turn, IL-6 is capable of shifting the innate immune response and the development of protective mechanisms toward adaptive immunity. Elevated IL-1 β and IL-6 levels in subgroups with VD and comorbid SHL may indicate the presence of chronic inflammation and autoimmune processes, as IL-6 is known to contribute to the pathogenesis of autoimmune and inflammatory conditions. The disruption of associations between cytokine levels and serum autoantibody concentrations observed in subgroups with VD caused by combined local and whole-body vibration exposure—with or without SHL—may be explained by an imbalance between pro- and anti-inflammatory cytokine production. This imbalance likely arises at a certain stage in the development

of the disease under the influence of vibration and may also reflect a reduction in neuronal autoantibody levels following the clinical manifestation of the occupational disease. Previously, it was shown that patients with VD exhibit lower levels of these autoantibodies compared to experienced workers without diagnosed occupational disease [12].

In earlier studies, average serum concentrations of selected cytokines and autoantibodies were established in conditionally healthy men. For example, serum IL-1 β was 3.40 (1.21–6.19), IL-4 was 0.01 (0.01–0.69), IL-8 was 5.08 (1.41–13.40), and TNF- α was 0.73 (0.01–1.47) pg/mL. Autoantibody levels were as follows (arbitrary units): nACh-R 0.34 (0.29–0.38), NMDA-R 0.27 (0.26–0.29), GABA-R 0.24 (0.22–0.28), DA-R 0.26 (0.24–0.31), and SER-R 0.46 (0.36–0.47) [3, 13]. Thus, in individuals with VD—with or without comorbid SHL—the levels of neuronal autoantibodies are approximately 1.2–2.6 times higher than those in conditionally healthy men, which is consistent with previously published data [3, 7]. Furthermore, demyelinating processes have been reported in patients with VD, along with associations between neuronal autoantibodies and impaired nerve impulse conduction in the upper and lower extremities [12].

It is well established that alterations in the levels of serotonin, glutamate, GABA, acetylcholine, and dopamine in synapses—and the resulting imbalance of these neurotransmitters within brain structures—lead to changes in the brain’s bioelectrical activity in certain neurodegenerative diseases. Glutamate, one of the primary excitatory neurotransmitters, also serves as a precursor for the synthesis of GABA, the principal inhibitory neurotransmitter in the central nervous system. Glutamate is released into the synaptic cleft via exocytosis involving voltage-gated calcium

Table 2. Comparative assessment of antibody levels to neurotransmitter receptors in individuals with vibration disease and concomitant sensorineural hearing loss, Me (LQ–UQ)

Indicator	Group with vibration disease due to local vibration exposure		Group with vibration disease due to combined local and whole-body vibration exposure		<i>p</i>
	Subgroup without sensorineural hearing loss	Subgroup with sensorineural hearing loss	Subgroup without sensorineural hearing loss	Subgroup with sensorineural hearing loss	
Antibodies to nACh-R, a.u.	0.46 (0.42–0.68)	0.50 (0.17–0.65)	0.55 (0.37–0.84)	0.55 (0.20–0.77)	0.728
Antibodies to NMDA-R, a.u.	0.40 (0.36–0.60)	0.39 (0.18–0.53)	0.41 (0.29–0.66)	0.50 (0.23–0.69)	0.480
Antibodies to GABA-R, a.u.	0.55 (0.37–0.86)	0.48 (0.15–0.59)	0.47 (0.38–0.71)	0.56 (0.21–0.70)	0.349
Antibodies to DA-R, a.u.	0.49 (0.35–0.70)	0.37 (0.20–0.52)	0.45 (0.28–0.64)	0.47 (0.24–0.64)	0.153
Antibodies to SER-R, a.u.	0.49 (0.42–0.79)	0.51 (0.21–0.62)	0.51 (0.37–0.63)	0.59 (0.27–0.71)	0.682

Note. *p*, level of statistical significance according to the Kruskal–Wallis test; differences were considered significant at *p* < 0.05; * statistically significant differences compared with the subgroup of individuals with vibration disease from local vibration exposure without sensorineural hearing loss, *p* < 0.008; # trend toward significance compared with the subgroup of individuals with vibration disease from local vibration exposure without sensorineural hearing loss, 0.008 < *p* < 0.017.

channels. From the synaptic cleft, it enters astrocytes, where it is aminated to glutamine. Alterations in the levels of this neurotransmitter—due to reduced astrocytic capacity to maintain optimal extracellular glutamate concentrations, impaired neuronal reuptake, and decreased receptor density—predispose to disrupted neurophysiological processes in the brain and play a significant role in neurodegenerative injury [14, 15]. Excessive glutamate production may be triggered by the proinflammatory cytokines IL-1 β and TNF- α , which influence the expression of astrocytic transporter proteins. It has been established that in multiple sclerosis, TNF- α can stimulate glutamate release by microglia through autocrine mechanisms and by regulating glutaminase activity. Demyelinated axons may also contribute to increased glutamate synthesis and release due to altered localization of the pore-forming $\alpha 1B$ subunit of voltage-gated Ca²⁺ channels on damaged axons. Additionally, glutamate itself can stimulate its synthesis via metabotropic glutamate receptors located on astrocytes [16]. Elevated levels of this neurotransmitter and hyperactivation of ionotropic glutamate receptors lead to increased Ca²⁺ release from intracellular stores into the neuronal cytoplasm, thereby enhancing lipid peroxidation, oxidative stress, and other neurotoxic processes capable of inducing neuronal apoptosis [15]. Taken together, the existing publications suggest that glutamate receptors play a critical role in modulating cellular membrane potential, ion channel activity, and free radical formation. They also participate in the regulation of cytokine secretion by T cells and contribute to neuronal death processes, particularly affecting dopaminergic neurons in the substantia nigra [15–17]. Accordingly, NMDA receptors may represent a central link in multiple pathogenetic pathways—including autoimmune responses, inflammation, and demyelination—underlying disorders associated with neurodegenerative processes, such as VD. This is supported by the present publication's findings, which demonstrate associations between GABA-R and NMDA-R levels and the concentrations of cytokines and autoantibodies to neurotransmitter receptors in subgroups of individuals with VD resulting from local vibration exposure, with and without SHL: NMDA-R = 1.42(SER-R) – 0.62 $\times$ (GABA-R)² ($R^2 = 0.82, p < 0.001$); GABA-R = 0.70 $\times$ (NMDA-R) – 0.62 $\times$ (NMDA-R)² + 0.75 $\times$ (DA-R)² ($R^2 = 0.99, p < 0.001$) respectively, as well as in the cohort exposed to combined local and whole-body vibration without SHL: GABA-R = 0.37 + 3.95 $\times$ (nACh-R) – 4.06 $\times$ (NMDA-R) – 4.86 $\times$ (nACh-R)² + 5.32 $\times$ (NMDA-R)² ($R^2 = 0.93, p < 0.001$).

A limitation of this work is the relatively small sample size, which restricted the use of certain statistical methods and precluded a detailed analysis of associations between cytokine and autoantibody levels across different durations of occupational exposure, disease severity and stage, and time since cessation of exposure to the harmful occupational factor.

CONCLUSION

The findings of this work confirm and extend previous evidence indicating an increased risk of neuroimmune inflammation in patients with VD resulting from combined exposure to whole-body and local vibration, compared with individuals whose VD is attributable solely to local vibration [3]. The presence of concurrent SHL exacerbates the pathological process by amplifying inflammatory changes and disrupting both cytokine profiles and neurotransmitter metabolism. Distinct features of the associations between autoantibodies to neurotransmitter receptors and cytokines were identified in individuals with VD of different etiologies and coexisting SHL. In patients with VD due to local vibration exposure without SHL, levels of autoantibodies to GABA receptors were primarily associated with IL-1 β , TNF- α , and IL-6; for dopamine receptors, with IL-1 β , IL-6, and TNF- α . In cases with SHL, levels of autoantibodies to glutamate receptors were associated with IL-6 and TNF- α . Among individuals with VD resulting from combined local and whole-body vibration and coexisting SHL, levels of autoantibodies to serotonin receptors were linked to IL-1 β concentration.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. L.B. Masnavieva — analysis and interpretation of results, literature review, preparation and writing of the article; G.M. Bodienkova — study conception and design, literature review, editing the article; E.V. Boklazhenko — data collection, analysis and interpretation of results. 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).

Funding source. The work was carried out at the expense of funds allocated within the framework of the State Task FSBSI East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

Competing interests. The authors confirm the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Patients' consent. Written consent was obtained from all the study participants before the study screening in according to the study protocol approved by the local ethic committee.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Л.Б. Маснавиева — анализ и интерпретация результатов, обзор литературы, подготовка и написание текста статьи; Г.М. Бодиевкова — концепция и дизайн исследования, обзор литературы, редактирование статьи; Е.В. Боклаженко — сбор данных, анализ и интерпретация результатов. 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).

Источник финансирования. Работа выполнена за счёт финансовых средств, выделенных в рамках Государственного задания ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований».

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

Информированное согласие на участие в исследовании. Все участники до включения в исследование добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633016>

Минеральный состав и тип микрокристаллизации слюны у жителей крупных промышленных регионов

Е.А. Сарф¹, Л.В. Степанова², О.А. Коленчукова²⁻⁴, Л.В. Бельская¹¹ Омский государственный педагогический университет, Омск, Россия;² Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия;³ Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Красноярск, Россия;⁴ Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Негативное влияние факторов окружающей среды отражается на состоянии организма человека, что ведёт к повышению показателей заболеваемости, зависящих от неблагоприятных факторов среды обитания. Оценка качества окружающей среды не теряет своей значимости, для каждого из крупных промышленных центров характерны свои региональные особенности.

Цель. Сравнение катионного и анионного состава и типов микрокристаллизации слюны жителей крупных промышленных центров на примере Омска и Красноярска.

Материалы и методы. Для поперечного исследования использовали образцы слюны жителей Омска ($n=82$) и Красноярска ($n=86$) 18–22 лет. Во всех пробах определяли содержание аммония, калия, натрия, магния, кальция, хлоридов, сульфатов, фторидов, фосфатов методом капиллярного электрофореза, а также проводили сравнение типов микрокристаллизации слюны. Статистическую обработку данных выполняли непараметрическим методом с использованием критерия Манна–Уитни при сравнении двух групп и критерия Краскела–Уоллиса при сравнении трёх и более групп.

Результаты. Между регионами наблюдаются статистически значимые различия по всем показателям, кроме содержания сульфатов в слюне. У жителей Красноярска концентрации ионов аммония, калия, кальция и всех анионов в слюне выше, чем у жителей Омска. Концентрация натрия и магния, напротив, выше у жителей Омска. Для всех показателей, кроме кальция, наблюдается повышение концентрации в подгруппе мужчин, независимо от региона. Различий в показателях микрокристаллизации слюны между городами не выявлено.

Заключение. Установлено, что концентрации элементов в составе слюны жителей Омска и Красноярска различны. При планировании исследований с использованием слюны в качестве биосубстрата необходимо учитывать региональные особенности, влияющие на состав слюны, обусловленные различными геохимическими и промышленными условиями. Таким образом, необходимо уточнение нормальных значений соответствующих показателей слюны для каждого города.

Ключевые слова: слюна; капиллярный электрофорез; катионы; анионы; микрокристаллизация; мониторинг; минеральный состав.

Как цитировать:

Сарф Е.А., Степанова Л.В., Коленчукова О.А., Бельская Л.В. Минеральный состав и тип микрокристаллизации слюны у жителей крупных промышленных регионов // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 521–531. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633016>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633016>

Mineral composition and type of saliva microcrystallization in residents of major industrial regions

Elena A. Sarf¹, Lyudmila V. Stepanova², Oksana A. Kolenchukova^{2–4}, Lyudmila V. Bel'skaya¹

¹ Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia;

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia;

³ Scientific Research Institute of Medical Problems of the North of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia;

⁴ Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The negative impact of environmental factors affects human health, leading to an increase in disease rates associated with unfavorable living conditions. Assessing environmental quality remains highly relevant, as each major industrial center has its own regional characteristics.

AIM: To compare the cationic and anionic composition and types of saliva microcrystallization in residents of major industrial centers, using Omsk and Krasnoyarsk as examples.

MATERIALS AND METHODS: A cross-sectional study was conducted using saliva samples from residents of Omsk ($n = 82$) and Krasnoyarsk ($n = 86$), aged 18–22 years. All samples were analyzed for ammonium, potassium, sodium, magnesium, calcium, chlorides, sulfates, fluorides, and phosphates using capillary electrophoresis, and the types of saliva microcrystallization were compared. Statistical analysis was performed using nonparametric methods, including the Mann–Whitney test for two-group comparisons and the Kruskal–Wallis test for comparisons involving three or more groups.

RESULTS: Significant regional differences were observed for all parameters except sulfate concentration in saliva. Residents of Krasnoyarsk had higher levels of ammonium, potassium, calcium, and all anions in their saliva compared to those from Omsk, whereas sodium and magnesium concentrations were higher in Omsk residents. In all parameters except calcium, increased concentrations were observed in male subgroups, regardless of region. No differences in saliva microcrystallization patterns were identified between the two cities.

CONCLUSION: The element concentrations in saliva differ between residents of Omsk and Krasnoyarsk. When planning studies using saliva as a biological substrate, it is essential to consider regional factors that influence its composition, which are determined by varying geochemical and industrial factors. Therefore, it is necessary to refine the normal reference values for saliva parameters specific to each city.

Keywords: saliva; capillary electrophoresis; cations; anions; microcrystallization; monitoring; mineral composition.

To cite this article:

Sarf EA, Stepanova LV, Kolenchukova OA, Bel'skaya LV. Mineral composition and type of saliva microcrystallization in residents of major industrial regions. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):521–531. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633016>

Received: 30.05.2024

Accepted: 12.01.2025

Published online: 02.02.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633016>

大型工业地区居民的唾液矿物成分与微结晶类型

Elena A. Sarf¹, Lyudmila V. Stepanova², Oksana A. Kolenchukova²⁻⁴, Lyudmila V. Bel'skaya¹

¹ Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia;

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia;

³ Scientific Research Institute of Medical Problems of the North of the Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia;

⁴ Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russia

摘要

背景。 环境因素的不利影响会对人体健康造成损害，导致受环境不良因素影响的相关疾病发病率上升。环境质量评估仍然具有重要意义，每个大型工业中心都具有其特定的区域特征。

研究目的。 比较大型工业城市居民（以鄂木斯克，Omsk 和克拉斯诺亚尔斯克，Krasnoyarsk 为例）的唾液阳离子和阴离子成分及微结晶类型。

材料与方法。 采用横断面研究方法，收集鄂木斯克（n=82）和克拉斯诺亚尔斯克（n=86）18-22 岁居民的唾液样本。通过毛细管电泳法检测所有样本中铵、钾、钠、镁、钙、氯离子、硫酸盐、氟化物和磷酸盐的含量，并对唾液的微结晶类型进行比较。数据的统计分析采用非参数方法，对两组数据进行曼-惠特尼（Mann - Whitney）检验，对三组及以上数据进行克拉斯克尔 - 沃利斯（Kruskal - Wallis）检验。

结果。 除唾液中硫酸盐含量外，其他所有指标在不同地区间均存在统计学显著差异。克拉斯诺亚尔斯克居民的唾液中铵、钾、钙和所有阴离子的浓度高于鄂木斯克居民，而鄂木斯克居民的钠和镁浓度更高。除钙外，所有指标在男性亚组中均呈现出更高的浓度，且这一趋势不受地区影响。两座城市间的唾液微结晶类型未见显著差异。

结论。 研究发现，鄂木斯克和克拉斯诺亚尔斯克居民唾液中的矿物元素含量存在差异。在以唾液作为生物基质进行研究时，应考虑因不同地球化学和工业条件所导致的区域特征对唾液成分的影响。因此，有必要针对不同城市进一步明确相应的唾液正常参考值。

关键词： 唾液；毛细管电泳；阳离子；阴离子；微结晶；监测；矿物成分。

引用本文：

Sarf EA, Stepanova LV, Kolenchukova OA, Bel'skaya LV. 大型工业地区居民的唾液矿物成分与微结晶类型. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):521–531. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633016>

收到: 30.05.2024

接受: 12.01.2025

发布日期: 02.02.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Характерными особенностями развития современного общества являются быстрый рост городов, повышение численности городских жителей, а также переход сельских земель в городские. Система урбанизации приводит к увеличению концентрации промышленных производств, дорожных сетей и транспорта, густонаселённых жилых кварталов, оказывая всё большую нагрузку на окружающую среду и тем самым ухудшая санитарно-гигиеническую обстановку, что может привести к увеличению заболеваемости населения. Именно поэтому экологические проблемы крупных промышленных городов Российской Федерации не теряют своей актуальности [1]. В настоящее время необходимость своевременного контроля уровня экологической напряжённости не вызывает никаких сомнений. Комплексная оценка окружающей среды напрямую связана с состоянием здоровья населения [2, 3]. Экологическую ситуацию в городах определяет целый ряд факторов: специализация производств, которые располагаются в городе, динамика производства, тепловые электростанции, которые используют уголь, и т.д. Несмотря на то что для промышленных городов накоплен значительный опыт мониторинга выбросов, проблема оценки качества окружающей среды сохраняет свою значимость [4]. Города Омск и Красноярск, обладающие напряжённой экологической обстановкой, находятся в группе риска санитарно-эпидемиологического благополучия населения [5].

Негативное влияние факторов окружающей среды отражается на состоянии организма человека, что ведёт к повышению показателей заболеваемости, зависящих от неблагоприятных факторов среды обитания. Антропогенные факторы негативно воздействуют на организм, что приводит к дисбалансу важных элементов, нарушает структуру метаболизма электролитов, внося изменения в вегетативную нервную систему, а также энергетический и гормональный баланс организма [6]. Биоэлементы (катионы и анионы) жизненно необходимы для нормального функционирования организма человека [7]. Дисбаланс микро- и макроэлементов может привести к возникновению и развитию патологических процессов [8].

Изучение микроэлементного состава биологических жидкостей (крови, слюны, мочи и др.) можно использовать в качестве маркеров биологического мониторинга. Использование в качестве биосубстрата слюны человека имеет ряд преимуществ, по сравнению с венозной или капиллярной кровью, а именно неинвазивность сбора и отсутствие риска инфицирования при получении биоматериала [9, 10]. При этом слюна адекватно отражает биохимический статус и физиологическое состояние человека [11, 12]. Микроэлементный состав слюны показывает суммарное поступление загрязняющих веществ из атмосферного воздуха, воды, продуктов питания [13]. Кроме того, ряд важной информации о состоянии организма содержит кристаллическая структура его биологических жидкостей [14].

Кристаллографические методы исследования слюны позволяют получить сведения о метаболизме и гомеостазе организма, основанные на процессе кристаллообразования высушенного биологического материала с последующей интерпретацией результатов кристаллогенеза.

Цель исследования. Сравнение катионного и анионного состава и типов микрокристаллизации (МКС) слюны жителей крупных промышленных центров на примере Омска и Красноярска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В поперечном исследовании принимали участие 166 студентов (средний возраст 20 ± 2 года), проживающих в Омске (82 человека, в том числе 68 женщин и 14 мужчин) и Красноярске (86 человек, в том числе 36 женщин и 50 мужчин). Пробы слюны собирали в 9–10 ч утра, натощак, без дополнительной стимуляции, после чистки зубов в соответствии с полученными ранее данными о времени максимальной секреции слюны. Затем пробы центрифугировали при 7000 об/мин в течение 10 мин.

В качестве критериев включения в исследование рассматривали отсутствие у испытуемых хронических заболеваний, признаков активной инфекции, а также воспалительных процессов в полости рта. Наличие хронических, воспалительных и инфекционных заболеваний было исключено путём анкетирования. Осмотры стоматолога и терапевта проведены в рамках плановой диспансеризации.

Исследование одобрено протоколом заседания этического комитета ОмГПУ № 46-04/3 от 17.04.2024. Предварительно получено добровольное информированное согласие участников эксперимента.

Определение катионного и анионного состава слюны проводили с использованием системы капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105М» («Люмэкс», Санкт-Петербург) [15]. В качестве источника света использовали дейтериевую лампу, а в качестве диспергирующего элемента — дифракционный монохроматор со спектральным диапазоном 190–380 нм и шириной спектрального интервала 20 нм, фотометрический детектор. Высоковольтный блок постоянного напряжения 1–25 кВ, с шагом 1 кВ, со сменной полярностью, ток 0–200 мкА. Капилляр кварцевый (общая длина капилляра 60 см, эффективная длина капилляра 50 см, внутренний диаметр 75 мкм) с жидкостным охлаждением и возможностью задавать и контролировать температуру теплоносителя (диапазон от -10 до $+30$ °C от температуры окружающей среды). Питание прибора — 187–242 В, 50/60 Гц.

Метод измерений основан на фильтровании, разбавлении отобранной пробы, дальнейшем разделении и количественном определении компонентов с косвенным детектированием при определённой длине волны. Нами подобраны условия определения катионного и анионного состава слюны: объём аликвоты исследуемого образца — 100 мкл, предварительное осаждение белков слюны

10% раствором трихлоруксусной кислоты, разбавление в 20 раз бидистиллированной водой [15]. Проверка правильности определения содержания аналитов проведена методом «введено–найдено», погрешность определения не превышает 10% во всём диапазоне концентраций.

Для определения типа МКС слюны каплю слюны объёмом 10 мкл помещали на предметное стекло и высушивали при температуре 20–25 °С, относительной влажности 65–70% и минимальной подвижности окружающего воздуха. При полной дегидратации капли получали высушенную пленку — фацию, которую далее исследовали под микроскопом. Оценку созданных образцов кристаллов проводили с помощью светового микроскопа «Микромед 2» (Санкт-Петербург, Россия) при увеличении в 40 раз. Для анализа типа МКС слюны использовали метод нативной кристаллизации, разработанный А.Б. Денисовым [16], МКС оценивали по шкале П.А. Леуса [17].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoft). Предварительно проверяли характер распределения и гомогенность дисперсий в группах. Согласно тесту Шапиро–Уилка содержание всех определяемых параметров не соответствует нормальному распределению ($p < 0,05$). Проведённый тест на гомогенность дисперсий в группах (тест Бартлетта) позволил отклонить гипотезу, что дисперсии гомогенны по группам ($p < 0,0001$). Поэтому для обработки полученных данных применяли непараметрические методы статистики с использованием критерия Манна–Уитни при сравнении двух групп и критерия Краскела–Уоллиса при сравнении трёх и более групп. Результаты представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (25–75%). Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Для оценки возможности разделения исследуемых групп проводили дискриминантный анализ с помощью программы Statistica 10.0 (StatSoft). Дискриминантный анализ позволяет изучать различия между двумя и более группами объектов по нескольким переменным одновременно. Основной целью дискриминации является нахождение такой линейной комбинации переменных, которая бы оптимально разделила рассматриваемые группы. Такая комбинация называется функцией дискриминации (канонической функцией). Для четырёх сравниваемых групп (Омск — женщины и мужчины, Красноярск — женщины и мужчины) необходимо построение трёх функций дискриминации. Наибольшей разделительной способностью обладает первая дискриминантная функция, поэтому на диаграмме рассеяния канонических значений по горизонтальной оси показан результат дискриминации с использованием первой функции (основание 1), по вертикальной оси — с использованием второй функции (основание 2). Качество дискриминации оценивается по смещению соответствующих точек относительно вертикальной и горизонтальной осей «0–0».

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе исследования сравнили катионный и анионный состав слюны без учёта пола. Показано, что между городами наблюдаются статистически значимые различия по всем показателям, кроме содержания сульфатов в слюне (табл. 1).

Поскольку исследуемые группы были однородны по возрасту, но не однородны по полу, мы дополнительно провели сравнение катионного и анионного состава слюны в зависимости от пола (табл. 2). Расчёт критерия Краскела–Уоллиса показал, что различия между показателями сохраняются, при этом только для сульфатов не подтверждена статистическая значимость различий между городами с учётом пола добровольцев. У студентов Омска не обнаружено статистически значимых различий по полу, тогда как у студентов Красноярска подгруппы мужчин и женщин статистически значимо различаются по содержанию калия ($p=0,0469$) и натрия ($p=0,0146$). Интересно, что у жителей Красноярска концентрации ионов аммония, калия, кальция и всех анионов выше, чем соответствующее значение у жителей Омска. Для ионов натрия и магния наблюдается обратная тенденция: для подгрупп обоего пола концентрации выше у жителей Омска. Следует отметить, что для всех показателей, кроме ионов кальция, наблюдается повышение концентрации в подгруппе мужчин, независимо от города.

Изменение концентрации отдельных показателей относительно среднего значения для каждого города представлено в виде графика (рис. 1). Видно, что характер изменения показателей как для жителей Омска, так и Красноярска однонаправленный. Установлено, что значения всех определяемых показателей в группе мужчин выше средних значений для соответствующего города, тогда как в группе женщин — ниже. Исключение составляют ионы кальция.

Дополнительно провели сравнение всех четырёх групп методом дискриминантного анализа (рис. 2). Установлено, что главным фактором, определяющим разделение образцов на подгруппы, является город проживания. Как показано на диаграмме рассеяния канонических значений, все точки, соответствующие образцам жителей Красноярска, расположены левее вертикальной оси «0–0», тогда как правее сгруппированы точки, соответствующие образцам слюны испытуемых из Омска (см. рис. 2). Разделения подгрупп по полу на диаграмме не наблюдалось.

На заключительном этапе исследования определяли характер МКС слюны у всех добровольцев (рис. 3).

Анализ типов МКС показал, что правильные кристаллические структуры (5 баллов, «норма» в рисунке кристаллов) не были найдены ни в одном из исследуемых городов. Под воздействием неблагоприятных факторов отмечается разрушение чёткой структуры кристаллов (от 4 до 1 балла) или полное их отсутствие в поле зрения (0 баллов). В кристаллограммах жителей исследуемых

Таблица 1. Минеральный состав слюны жителей Омска и Красноярска
Table 1. Mineral composition of saliva of residents of Omsk and Krasnoyarsk

Показатель Indicator	Красноярск Krasnoyarsk		Омск Omsk		p-value
	Me [Q1; Q3]	Диапазон варьирования* The range of variation*	Me [Q1; Q3]	Диапазон варьирования The range of variation	
Аммоний, мг/л Ammonium (mg/l)	193,00 [133,9; 273,0]	19,3–712,8	152,4 [115,4; 200,3]	55,8–676,6	0,0105
Калий, ммоль/л Potassium (mmol/l)	15,70 [12,42; 19,30]	4,80–26,92	11,46 [9,04; 15,12]	2,73–28,23	<0,0001
Натрий, ммоль/л Sodium (mmol/l)	6,03 [4,02; 8,84]	1,18–26,37	7,30 [5,22; 8,93]	1,73–32,53	0,0241
Магний, ммоль/л Magnesium (mmol/l)	0,131 [0,094; 0,194]	0,031–0,488	0,251 [0,187; 0,322]	0,078–0,713	<0,0001
Кальций, ммоль/л Calcium (mmol/l)	0,95 [0,65; 1,25]	0,20–5,37	0,62 [0,44; 0,83]	0,19–2,13	<0,0001
Хлориды, ммоль/л Chlorides (mmol/l)	14,86 [12,76; 18,94]	6,29–38,70	10,99 [7,35; 15,90]	1,77–28,39	<0,0001
Сульфаты, мг/л Sulfates (mg/l)	32,54 [22,57; 44,41]	3,75–119,00	28,42 [10,51; 42,57]	4,72–164,70	0,0584
Фториды, мг/л Fluorides (mg/l)	4,74 [3,52; 6,19]	1,16–28,70	1,97 [1,14; 3,02]	0,38–6,75	<0,0001
Фосфаты, ммоль/л Phosphates (mmol/l)	3,75 [3,07; 4,81]	0,92–11,31	2,12 [1,29; 3,22]	0,43–8,23	<0,0001

* Минимальное и максимальное значения.
* Minimum and maximum values.

Таблица 2. Минеральный состав слюны жителей Омска и Красноярска в зависимости от пола
Table 2. Mineral composition of saliva of residents of Omsk and Krasnoyarsk depending on gender

Показатель Indicator	Красноярск Krasnoyarsk		Омск Omsk		Критерий Краскела–Уоллиса Kruskal–Wallis criterion p-value
	Женщины Women (n=36)	Мужчины Men (n=50)	Женщины Women (n=68)	Мужчины Men (n=14)	
Аммоний, мг/л Ammonium (mg/l)	170,7 [120,8; 221,8]	217,1 [140,1; 305,7]	144,5 [113,2; 196,8]	191,6 [138,5; 257,5]	12,92; 0,0048
Калий, ммоль/л Potassium (mmol/l)	14,84 [12,20; 16,91]	16,83 [13,10; 20,62]	11,45 [8,77; 15,10]	12,66 [10,17; 19,14]	24,56; <0,0001
Натрий, ммоль/л Sodium (mmol/l)	4,70 [3,65; 6,95]	7,01 [4,65; 10,15]	7,05 [5,18; 8,74]	8,70 [6,83; 12,91]	12,84; <0,0001
Магний, ммоль/л Magnesium (mmol/l)	0,122 [0,087; 0,165]	0,153 [0,098; 0,198]	0,250 [0,186; 0,342]	0,267 [0,230; 0,296]	49,86; <0,0001
Кальций, ммоль/л Calcium (mmol/l)	1,04 [0,72; 1,35]	0,89 [0,62; 1,24]	0,67 [0,46; 0,85]	0,52 [0,33; 0,70]	24,93; <0,0001
Хлориды, ммоль/л Chlorides (mmol/l)	13,95 [12,79; 16,82]	15,25 [12,59; 19,83]	10,13 [7,05; 15,59]	12,13 [9,46; 16,46]	24,27; <0,0001
Сульфаты, мг/л Sulfates (mg/l)	29,76 [20,60; 39,50]	34,41 [25,21; 48,79]	25,87 [9,72; 42,56]	34,29 [16,12; 55,88]	6,111; 0,1063
Фториды, мг/л Fluorides (mg/l)	4,63 [3,62; 6,18]	4,80 [3,43; 6,71]	1,97 [1,13; 2,88]	2,05 [1,16; 3,35]	57,78; <0,0001
Фосфаты, ммоль/л Phosphates (mmol/l)	3,73 [3,18; 5,54]	3,79 [3,05; 4,76]	1,88 [1,27; 3,28]	2,48 [2,12; 3,10]	40,64; <0,0001

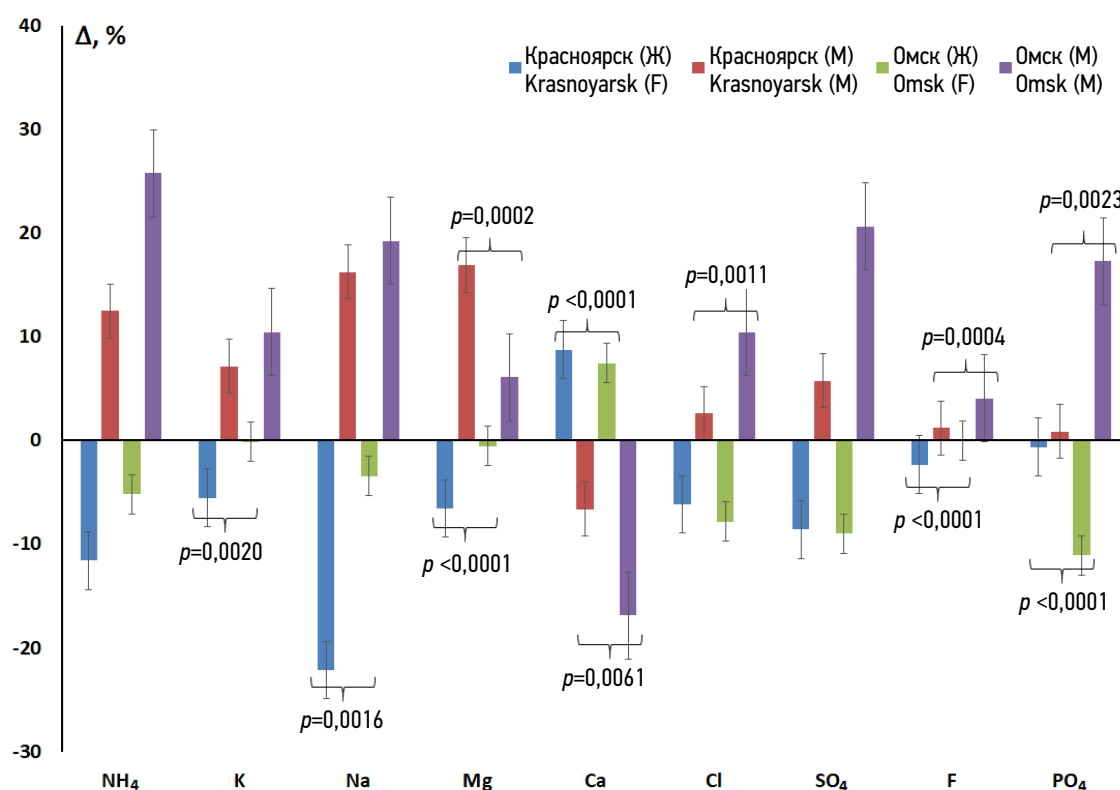


Рис. 1. Относительное изменение концентрации катионов и анионов в слюне в зависимости от пола для жителей Омска и Красноярска (%). Относительное изменение рассчитано как соответствующее значение для мужчин (М) и женщин (Ж) в каждом городе минус среднее значение для данного города, делённое на среднее значение (%). Различия между параметрами у добровольцев одного пола между городами статистически достоверны, $p < 0,05$.

Fig. 1. Relative change in the concentration of cations and anions in saliva depending on gender for residents of Omsk and Krasnoyarsk (%). Relative change is calculated as the corresponding value for male (M) and female (F) in each city minus the mean value for that city, divided by the mean value (%). The differences between the parameters in volunteers of the same sex between regions are statistically significant, $p < 0.05$.

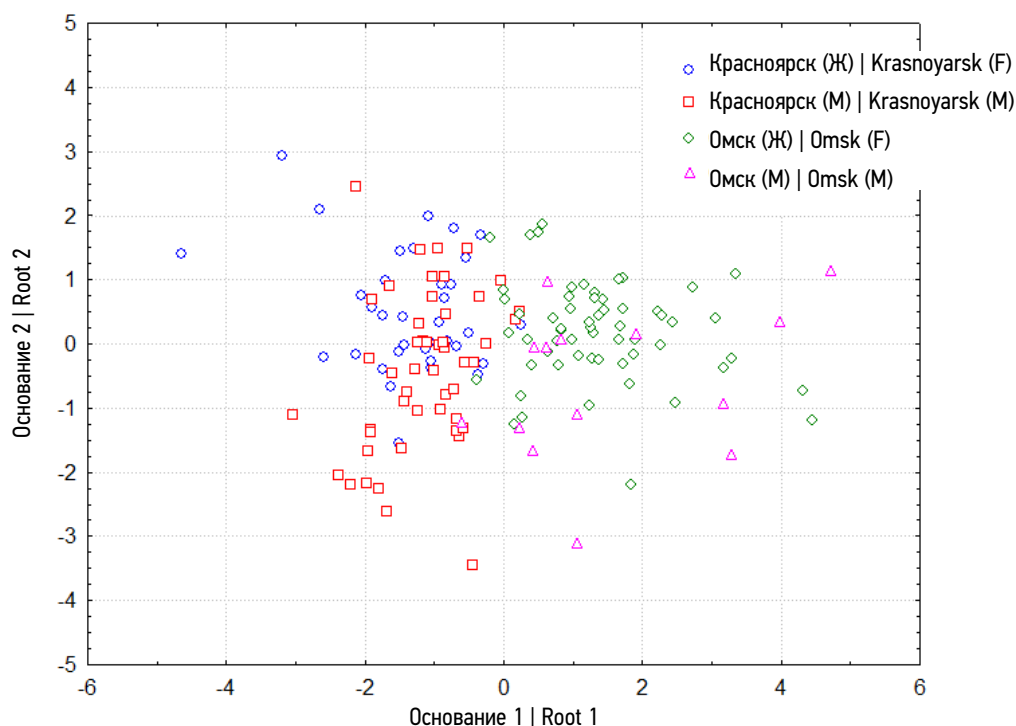


Рис. 2. Диаграмма рассеяния канонических значений для содержания катионов и анионов в слюне в зависимости от города проживания и пола.

Fig. 2. Scatterplot of canonical values for the content of cations and anions in saliva depending on the region of residence and gender.

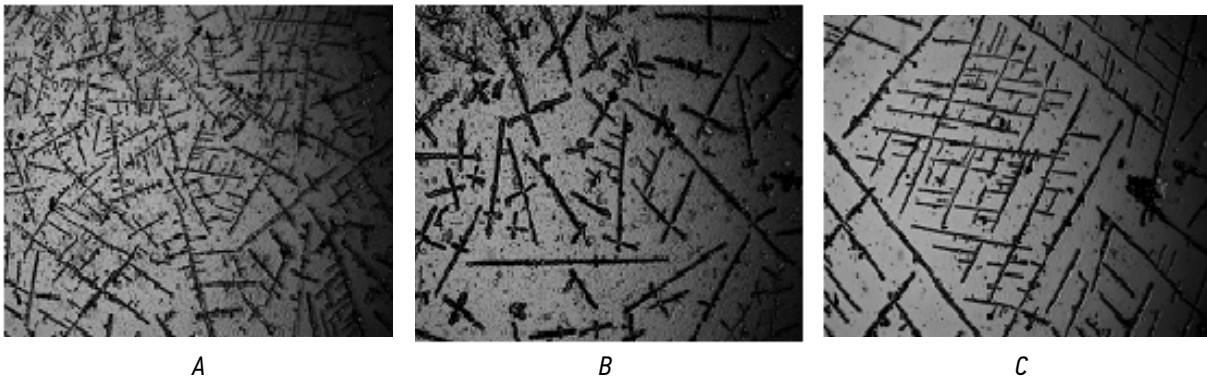


Рис. 3. Примеры основных типов микрокристаллизации слюны жителей Омска и Красноярска: *А* — 2 балла, *В* — 3 балла, *С* — 4 балла.
Fig. 3. Examples of the main types of microcrystallization of residents of Omsk and Krasnoyarsk: *A* — 2 points, *B* — 3 points, *C* — 4 points.

городов была схожая картина по количеству кристаллических структур. Чаще всего наблюдались кристаллические структуры, оцениваемые в 2 балла — 35 и 40% в Омске и Красноярске соответственно. В целом распределение по всем типа МКС в рассматриваемых городах можно оценивать как схожее (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Омск и Красноярск входят в десятку городов России с неблагоприятной экологической обстановкой. В Омске хорошо развиты химическая и нефтехимическая промышленность, металлургия, машиностроение, производство электрооборудования, а также лёгкая, пищевая и полиграфическая промышленность. В Красноярске расположены крупные заводы космической, металлургической, машиностроительной, деревообрабатывающей, химической, пищевой промышленности. Именно поэтому качество окружающей среды данных регионов по основным показателям и нормативам находится примерно на одном невысоком уровне. Например, в Омске в 2023 г. зарегистрировано 79 случаев превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (в 2022 г. — 48). По результатам мониторинга атмосферного воздуха в 2023 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха Омска ориентировочно оценивался как повышенный, индекс

загрязнения атмосферы (ИЗА₅) равен пяти — «средне-загрязнённый». В Красноярске, по сравнению с 2022 г., уровень загрязнения атмосферы по ИЗА не изменился — «очень высокий», ИЗА₅ — более 14. Основной вклад в уровень загрязнения в городах внесли бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, гидрохлорид, оксид азота. Среднегодовая температура в Омске составила +1,89 °С, в Красноярске +2,4 °С.

Известно, что элементный статус организма человека, в том числе слюны, во многом связан с регионом проживания и показывает общую нагрузку от деятельности предприятий, количества производственных отходов, а также иные последствия негативной деятельности производств.

Из представленных результатов видно, что концентрация ионов аммония, калия, натрия и кальция по городам отличается (см. табл. 1). Показано, что в Красноярске концентрации ионов аммония, калия, кальция, выше, чем соответствующие значения для Омска. Напротив, содержание натрия и магния выше в слюне жителей Омска. Вероятно, данные отличия связаны с составом питьевой воды в городах. Среди геоэкологических факторов риска здоровью населения качество питьевой воды находится на втором месте после загрязнения атмосферного воздуха [18]. Неблагоприятные природные факторы, характерные для различных регионов,

Таблица 3. Характеристика показателей микрокристаллизации слюны в зависимости от города проживания

Table 3. Characteristics of saliva microcrystallization indicators depending on the region of residence

Показатель типа микрокристаллизации, балл Indicator of the type of microcrystallization (point)	Частота встречаемости типа микрокристаллизации Frequency of occurrence of microcrystallization type		<i>p</i> -value
	Красноярск Krasnoyarsk	Омск Omsk	
0	8 (9%)	7 (9%)	0,9541
1	8 (9%)	9 (11%)	0,7542
2	34 (40%)	29 (35%)	0,6113
3	18 (21%)	18 (22%)	0,4258
4	18 (21%)	19 (23%)	0,5169
5	—	—	—

способствуют формированию гидрохимического состава воды с неоптимальным содержанием микро- и макроэлементов [19]. При этом содержание калия и натрия косвенно отражает состояние симпатоадреналовой системы, обеспечивающей ответ на изменяющиеся условия внешней среды [20]. Ионы магния и кальция являются универсальными регуляторами биохимических и физиологических процессов в организме, ионы магния является донором энергии в процессах жизнедеятельности клеток в виде Mg^{2+} -АТФ [21]. Ионы магния участвует в синтезе белка и нуклеиновых кислот. Изменение концентраций ионов магния и кальция под воздействием экологических факторов увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний, а также известно, что ионы магния во внеклеточной жидкости ингибируют выброс нейромедиаторов (ацетилхолина и катехоламинов), являясь естественным антистрессовым фактором [22]. Однако, согласно докладам об экологической ситуации в регионах [23, 24], состояние питьевой водопроводной воды по санитарно-химическим показателям в пределах нормы, как и ее жёсткость на уровне двух единиц. Отмечено, что в Омске статистически значимо повышена концентрация ионов магния в слюне, по сравнению с Красноярском. Предположительно это связано с определёнными геохимическими особенностями региона, а именно с содержанием магния в почвах [25]. В лугово-чернозёмных почвах Омска отмечена небольшая концентрация катионов натрия, а преобладают катионы кальция и магния. Кроме того, в грунтовых водах также повышена концентрация катионов кальция и магния [26].

Анионы (хлориды, фосфаты и фториды) поступают в организм преимущественно с питьевой водой, состав которой оказывает значительное влияние на формирование здоровья населения и напрямую зависит от уровня экологической напряжённости в регионе. Ионы хлорида обладают выраженной биологической активностью, переходя в галогенсодержащие соединения, имеющие мутагенный эффект [22]. Ионы фторида оказывают влияние на организм при длительном воздействии, а при избыточном содержании фторидов в организме возникает хроническая фтористая интоксикация [27, 28].

Так, при сравнении анионного состава статистически значимых отличий между регионами не отмечено только для сульфат-ионов. Содержание хлорид-, фосфат- и фторид-ионов выше в Красноярске. Установлено резко отличающееся увеличение концентрации фторид-ионов в слюне жителей Красноярска. Анионы в слюну попадают преимущественно с питьевой водой, состав которой оказывает значительное влияние на формирование здоровья населения. Повышенное содержание фторид-ионов в Красноярске, вероятно, связано с выделением фтористых соединений в процессе производства алюминия на заводе, расположенном в данном регионе [29]. Следует отметить, что концентрация фтора в питьевой водопроводной воде не превышает установленных норм [24].

Интересно, что значения всех определяемых показателей в группе мужчин выше средних значений для соответствующего региона, тогда как в группе женщин — ниже (см. табл. 2). Исключение составляют ионы кальция. Возможно, это связано с различным гормональным статусом мужчин и женщин. Расчёт изменения концентраций отдельных показателей относительно среднего значения для каждого региона, представленный в виде графика (см. рис. 1), показывает, что характер изменения показателей как у жителей Омска, так и у жителей Красноярска одинаправленный.

Результаты исследования МКС слюны показывают отклонение от нормы и отсутствие (5 баллов) I типа кристаллизации в обоих регионах. Данные сведения говорят о снижении минерализующего потенциала слюны. Наблюдается преобладание разрушенных кристаллов (от 4 до 1 балла) или их полное отсутствие в поле зрения (0 баллов), что, вероятно, связано как с состоянием полости рта, так и с наличием постоянного негативного влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья в целом [30].

Установлено, что концентрации элементов в составе слюны жителей крупных промышленных городов Омска и Красноярска различны. При сравнительных исследованиях с использованием слюны в качестве биологической жидкости необходимо учитывать, что результаты, полученные в разных регионах, могут существенно различаться даже в норме. Это обусловлено различным «элементным» статусом регионов, в которых проживают исследуемые группы добровольцев, особенно связанным с геохимическими и промышленными особенностями [7]. Поэтому мы рекомендуем во всех случаях опираться не только на литературные данные для сравнения, но и дополнительно анализировать контрольную группу из числа добровольцев, проживающих в том же регионе, где выполняются исследования. Это позволит избежать ошибок и неточностей в интерпретации результатов. В целом мониторинг содержания микроэлементов в организме по слюне человека является перспективным направлением исследований и позволяет оценить стабильность их химического состава, а также отражает степень влияния экологической обстановки [31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день приведено множество доказательств существования причинно-следственных связей между качеством окружающей среды и состоянием здоровья населения. Именно поэтому необходим своевременный мониторинг состояния организма людей, проживающих в крупных промышленных центрах. Изучение состава слюны человека позволяет своевременно выявить возможный дисбаланс элементов, обусловленный действием антропогенных факторов. При сравнении катионного и анионного состава слюны жителей Омска и Красноярска отмечены различия в концентрациях

электролитов. По результатам исследования типов МКС слюны показано отсутствие I типа кристаллизации в обоих городах. Таким образом, при проведении исследований с использованием слюны в качестве биосубстрата необходимо учитывать региональные особенности и состояние окружающей среды.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Л.В. Бельская — организация и дизайн исследования, редакция и утверждение окончательного варианта статьи; Е.А. Сарф, Л.В. Степанова — сбор и анализ данных; О.А. Коленчукова — подготовка первого варианта статьи. 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).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

Информированное согласие на участие в исследовании. Все участники до включения в исследование добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. L.V. Bel'skaya — organization and design of the study, revision and approval of the final version of the article; E.A. Sarf, L.V. Stepanova — data collection and analysis; O.A. Kolenchukova — preparation of the first version of the article. 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).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors confirm the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Patients' consent. Written consent was obtained from all the study participants before the study screening in according to the study protocol approved by the local ethic committee.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Lyakhovenko OI, Chulkov DI. The main environmental problems of Russian cities and the strategy for resolving them. *Russian Political Science*. 2017;(3):21–26. (In Russ.) EDN: YRGRDZ
2. Korotkov PA, Trubyanov AB, Gismieva AI, et al. Relationship between the incidence of socially significant diseases and sanitary and ecological parameters of the environment throughout municipal entities in the Mari El Republic. *Ekologiya cheloveka (Human ecology)*. 2022;29(8):577–585. doi: 10.17816/humeco89724 EDN: QCOMDU
3. Karelin AO, Lomtev AY, Volkodaeva MV, Yerein GB. The improvement of approaches to the assessment of effects of the anthropogenic air pollution on the population in order to management the risk for health. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019;98(1):82–86. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86 EDN: YWAHHV
4. Klepikov OV, Samoylov AS, Ushakov IB, et al. Comprehensive assessment of the industrial environment of the industrial city. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018;97(8):686–692. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-8-686-692 EDN: YBKAWT
5. Fadeev VA, Kochurov BI, Ermolaev IK, Lobkovsky VA. On the possible change in the dynamic balance of the environment to improve the ecological situation in the Krasnoyarsk and Omsk regions. *Problems of regional ecology*. 2018;(6):144–148. doi: 10.24411/1728-323X-2019-16144 EDN: PNSYUJ
6. Kolycheva IV, Rychagova OA, Lizarev AV. Impact of labour activity factors on sodium level in saliva of firefighters. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015;94(4):44–47. EDN: UHKWAP
7. Savinov SS, Drobyshev AI. Influence of individual and subpopulation factors on the concentration of major and trace elements in saliva. *Ekologiya cheloveka (Human ecology)*. 2022;29(10):689–698. doi: 10.17816/humeco109909 EDN: NAEGBU
8. Markova EO, Koryakina YuP, Farashchuk NF, Kigan MA. Influence of drinking water chemical substances on public health. *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2023;22(1):239–249. doi: 10.37903/vsgma.2023.1.31 EDN: WBSRHP
9. Sanguos CL, García LG, Suárez OL, et al. Non-invasive biomonitoring of infant exposure to environmental organic pollutants in north-western Spain based on hair analysis. Identification of potential sources. *Environmental Pollution*. 2023;339:122705. doi: 10.1016/j.envpol.2023.122705
10. Malathi N, Mythili S, Vasanthi HR. Salivary diagnostics: a brief review. *ISRN Dentistry*. 2014;2014:158786. doi: 10.1155/2014/158786
11. Song M, Bai H, Zhang P, et al. Promising applications of human-derived saliva biomarker testing in clinical diagnostics. *International Journal of Oral Science*. 2023;15(1):2. doi: 10.1038/s41368-022-00209-w
12. Huang Z, Yang X, Huang Y, et al. Saliva — a new opportunity for fluid biopsy. *Clin Chem Lab Med*. 2022;61(1):4–32. doi: 10.1515/cclm-2022-0793
13. Sarf EA, Dergacheva MV, Zharkikh LA, Bel'skaya LV. Environmental monitoring using adolescents' saliva in Omsk. *Ekologiya cheloveka (Human ecology)*. 2021;28(11):12–19. doi: 10.33396/1728-0869-2021-11-12-19 EDN: CYIQXC
14. Kazakova YM, Savostsikava VS. Diagnostic possibilities of studying the crystal structure of biological fluids under various pathological conditions of the organism. *Meditsinskiye Novosti*. 2023;(2):21–24. EDN: NDODZN
15. Vagner VD, Sarf EA, Belskaya LV, et al. Prognostic significance of oral fluid fluoride measurement in acute pericoronitis. *Bulletin of Russian State Medical University*. 2022;(4):57–64. doi: 10.24075/vrgmu.2022.042 EDN: GTMSYH
16. Barer GM, Denisov AB. *Crystallographic method for studying saliva*. Moscow: VUNMC Roszdrav; 2008. (In Russ.) EDN: QKRGUF
17. Belskaya LV. *Saliva as an object of clinical laboratory diagnostics*. Omsk: Omskblankizdat; 2015. (In Russ.) EDN: XWFHIK
18. Sazonova OV, Sergeev AK, Chupakhina LV, et al. Analyzing health risks caused by contaminated drinking water (experience gained in Samara region). *Health Risk Analysis*. 2021;(2):41–51. doi: 10.21668/health.risk/2021.2.04 EDN: EFWWCD
19. Belokonova NA, Polushina LG, Lelekova RP. Monitoring the status of water and electrolyte balance of the body. *Public Health and Life Environment*. 2016;(7):8–11. EDN: WFFZTN
20. Khalatov V.A., Nevzorova E.V., Gulina A.V. Using saliva as test object, ecological-analytical monitoring of trace elements. *Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*. 2013;18(6-2):3250–3252. EDN: RTWNHL
21. Baryshnikova GA, Chorbinskaya SA, Stepanova II, Blokhina OE. Potassium and magnesium deficiency, its role in cardiovascular disease development and possibilities of correction. *Consilium Medicum*. 2019;21(1):67–73. doi: 10.26442/20751753.2019.1.19024 EDN: LUGJYU

22. Grigus Yal, Mikhaylova OD, Gorbunov AYU, Vakhrushev YaM. Significance of magnesium in physiology and pathology of the digestive system. *Experimental and Clinical Gastroenterology Journal*. 2015;(6):89–94. EDN: UHYNNR
23. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Omsk Region. *Report on the environmental situation in the Omsk region for 2022*. Omsk: Omskblankizdat; 2023. (In Russ.)
24. Ministry of Ecology and Rational Natural Resources Management of the Krasnoyarsk Territory. *State report on the state and protection of the environment in the Krasnoyarsk Territory in 2022*. Krasnoyarsk: KGBU TsRMPiOOS; 2023. (In Russ.)
25. Yahyaev MA, Salikhov ShK, Abdulkadyrova SO, et al. Contents of magnesium in the environment and population morbidity rate of arterial hypertension. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019;98(5):494–497. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-5-4 EDN: DNTINT
26. Boiko VS, Timokhin AYU, Mikhailov VV. Fertility of irrigated lands in the south forest-steppe of the Omsk Region. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021;(4):40–49. doi: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-40-49 EDN: ZLZCYG
27. Sokolov AV, Kostina DA, Marinchev SS, et al. The significance of detection of nitrites in oral fluid of healthy people. *Clinical Laboratory Diagnostics*. 2018;63(4):215–219. doi: 10.18821/0869-2084-2018-63-4-215-219 EDN: YXJGRC
28. Michalke B, Rossbach B, Göen T, et al. Saliva as a matrix for human biomonitoring in occupational and environmental medicine. *Int Arch Occup Environ Health*. 2015;88(1):1–44. doi: 10.1007/s00420-014-0938-5
29. Yadykina TK, Mikhailova NN, Kochergina TV, Zhukova AG. Associations of the 283 A>G (BSMI) polymorphism of the VDR gene with mineral bone tissue density in aluminum industry workers. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2022;62(9):579–587. doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-9-579-587 EDN: AJTYAB
30. Kudaeva IV, Dyakovich OA, Beygel EA, et al. Clinical, biochemical and allergological indices characterizing occupational diseases of the bronchial and pulmonary system in employees at aluminium production. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016;95(12):1142–1145. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-12-1142-1145 EDN: XQRZPD
31. Saeed OAS. Differences in the microcrystallization of the oral fluid of patients with bacterial and viral infections. *Meditinskiye Novosti*. 2022;(4):52–54. EDN: WPCSWL

ОБ АВТОРАХ

***Бельская Людмила Владимировна**, канд. хим. наук;
адрес: Россия, 644099, Омск, ул. Набережная Тухачевского, д. 14;
ORCID: 0000-0002-6147-4854;
eLibrary SPIN: 4189-7899;
e-mail: belskaya@omgpu.ru

Сарф Елена Александровна;
ORCID: 0000-0003-4918-6937;
eLibrary SPIN: 9161-0264;
e-mail: sarf_ea@omgpu.ru

Степанова Людмила Васильевна, доцент;
ORCID: 0000-0001-5503-4898;
eLibrary SPIN: 7940-6589;
e-mail: slyudmila@mail.ru

Коленчукова Оксана Александровна, д-р биол. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-9552-447X;
eLibrary SPIN: 8008-5580;
e-mail: Kalina-chyikova@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Lyudmila V. Bel'skaya**, Cand. Sci. (Chemistry);
address: 4 Tukhachevsky st, Omsk, Russia, 644099;
ORCID: 0000-0002-6147-4854;
eLibrary SPIN: 4189-7899;
e-mail: belskaya@omgpu.ru

Elena A. Sarf;
ORCID: 0000-0003-4918-6937;
eLibrary SPIN: 9161-0264;
e-mail: sarf_ea@omgpu.ru

Lyudmila V. Stepanova, Assistant Professor;
ORCID: 0000-0001-5503-4898;
eLibrary SPIN: 7940-6589;
e-mail: slyudmila@mail.ru

Oksana A. Kolenchukova, Dr. Sci. (Biology), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0001-9552-447X;
eLibrary SPIN: 8008-5580;
e-mail: Kalina-chyikova@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642794>

Особенности первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста, проживающего в Приволжском федеральном округе, в период эпидемии новой коронавирусной инфекции

Э.Р. Шайхлисламова^{1, 2}, А.С. Шастин³, Э.Т. Валеева^{1, 2}, Т.М. Цепилова³,
Т.Ю. Обухова³, А.А. Дистанова¹

¹ Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека, Уфа, Россия;

² Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия;

³ Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Изучение особенностей первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста для разработки механизмов управления рисками здоровью с учётом сложной эпидемиологической ситуации.

Цель. Анализ особенностей первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста Приволжского федерального округа в период эпидемии новой коронавирусной инфекции.

Материалы и методы. На основе статистических материалов федерального наблюдения рассчитаны абсолютные и относительные показатели первичной заболеваемости на 100 000 населения трудоспособного населения как по Российской Федерации в целом, так и в Приволжском федеральном округе и его субъектах за 2014–2021 гг. по 15 классам МКБ-10. Проведен расчёт медианных значений (Me), 25-го и 75-го процентилей [Q25; Q75], стандартного отклонения (σ), темпа прироста уровня первичной заболеваемости к Me в 2020–2021 гг.

Результаты. В период эпидемии новой коронавирусной инфекции в 2020–2021 гг. изменения уровней первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста в субъектах Приволжского федерального округа имели ярко выраженные региональные особенности, характеризующая общей тенденцией роста показателей первичной заболеваемости «по всем болезням», по «болезням органов дыхания» и собственно по COVID-19. В субъектах округа выявлены многократные различия в темпах прироста (снижения) уровня первичной заболеваемости. В отдельных субъектах округа сохранялась высокая степень адаптации систем здравоохранения в чрезвычайных эпидемиологических обстоятельствах.

Заключение. Выявленные региональные особенности заболеваемости населения трудоспособного возраста могут быть использованы органами управления в сфере охраны здоровья для повышения эффективности государственных мер по снижению преждевременной смертности и увеличению ожидаемой продолжительности жизни населения субъектов округа.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция; первичная заболеваемость; население; трудоспособный возраст.

Как цитировать:

Шайхлисламова Э.Р., Шастин А.С., Валеева Э.Т., Цепилова Т.М., Обухова Т.Ю., Дистанова А.А. Особенности первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста, проживающего в Приволжском федеральном округе, в период эпидемии новой коронавирусной инфекции // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 532–541. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642794>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642794>

Primary incidence patterns among the working-age population residing in the Volga Federal District during the COVID-19 pandemic

Elmira R. Shaikhislamova^{1,2}, Alexander S. Shastin³, Elvira T. Valeeva^{1,2},
Tatiana M. Tsepilova³, Tatiana Yu. Obukhova³, Albina A. Distanova¹

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia;

² Bashkir State Medical University, Ufa, Russia;

³ Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Considering the complex epidemiological situation, studying the primary incidence patterns among the working-age population is crucial for developing health risk management mechanisms.

AIM: To analyze primary incidence patterns among the working-age population in the Volga Federal District during the COVID-19 pandemic.

MATERIALS AND METHODS: Using federal statistical surveillance data, absolute and relative primary incidence rates per 100,000 working-age individuals were calculated for the Russian Federation as a whole and for the Volga Federal District and its constituent regions from 2014 to 2021 across 15 ICD-10 disease classes. Median values (Me), the 25th and 75th percentiles [Q25; Q75], standard deviation (σ), and the growth rate of primary incidence levels relative to Me in 2020–2021 were determined.

RESULTS: During the COVID-19 pandemic (2020–2021), changes in primary incidence rates among the working-age population in the regions of the Volga Federal District exhibited distinct regional characteristics. These changes were marked by a general upward trend in primary incidence rates across all diseases, particularly in respiratory diseases and COVID-19 itself. Significant variations in the rates of increase (and decrease) in primary incidence levels were identified across the regions of the district. In some regions, the healthcare system maintained a high level of adaptation to emergency epidemiological conditions.

CONCLUSION: The identified regional incidence patterns among the working-age population can be utilized by public health authorities to improve the effectiveness of state measures aimed at reducing premature mortality and increasing life expectancy in the district's population.

Keywords: coronavirus infection; primary incidence; population; working-age.

To cite this article:

Shaikhislamova ER, Shastin AS, Valeeva ET, Tsepilova TM, Obukhova TYu, Distanova AA. Primary incidence patterns among the working-age population residing in the Volga Federal District during the COVID-19 pandemic. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):532–541.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642794>

Received: 11.12.2024

Accepted: 23.01.2025

Published online: 29.01.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642794>

新冠病毒感染流行期间伏尔加联邦区劳动年龄人口初发疾病特征

Elmira R. Shaikhlislamova^{1,2}, Alexander S. Shastin³, Elvira T. Valeeva^{1,2},
Tatiana M. Tsepilova³, Tatiana Yu. Obukhova³, Albina A. Distanova¹

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia;

² Bashkir State Medical University, Ufa, Russia;

³ Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russia

摘要

背景。研究劳动年龄人口初发疾病的特征，以制定针对复杂流行病学形势的健康风险管理机制。

研究目的。分析新冠病毒感染流行期间伏尔加联邦区劳动年龄人口的初发疾病特征。

材料与方法。本研究基于联邦统计监测数据，对 2014 – 2021 年俄罗斯联邦整体及伏尔加联邦区 (Volga Federal District) 及其各主体的劳动年龄人口初发疾病情况进行了分析。计算了各疾病类别 (ICD-10 15 个类别) 的绝对和相对发病率 (每 100,000 人口)。此外，测算了中位数 (Me)、第 25 和 75 百分位数 [Q25; Q75]、标准差 (σ)，并评估了 2020 – 2021 年初发疾病水平相对于中位数的增长率。

结果。在 2020 – 2021 年新冠病毒感染流行期间，伏尔加联邦区各主体的劳动年龄人口初发疾病水平变化呈现出明显的区域性特征。总体上，初发疾病率呈上升趋势，尤以“全病种类别”、“呼吸系统疾病”以及 COVID-19 相关病例的增长最为显著。伏尔加联邦区各主体之间初发疾病水平的增长 (或下降) 速率存在显著差异。此外，在某些地区，医疗系统在极端流行病学环境下仍保持较高的适应能力。

结论。研究结果揭示的区域性初发疾病特点可供卫生管理部门参考，以优化政府在降低过早死亡率和提高居民预期寿命方面的政策实施效果。

关键词：新冠病毒感染；初发疾病；人口；劳动年龄。

引用本文：

Shaikhlislamova ER, Shastin AS, Valeeva ET, Tsepilova TM, Obukhova TYu, Distanova AA. 新冠病毒感染流行期间伏尔加联邦区劳动年龄人口初发疾病特征. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):532–541. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642794>

收到: 11.12.2024

接受: 23.01.2025

发布日期: 29.01.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Высокая распространённость и экономическое бремя неинфекционных заболеваний обуславливают актуальность изучения региональных особенностей популяционной заболеваемости различных категорий населения [1–4]. Эпидемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 оказала большое влияние на здоровье населения, что вызвало значительное число исследований, посвящённых изучению влияния распространения новой коронавирусной инфекции на популяционную заболеваемость [5–9].

Экономическая безопасность государства в значительной мере предопределяется качеством трудового потенциала, основу которого составляет население трудоспособного возраста, состояние здоровья которого является одной из важнейших характеристик качества трудового потенциала [10, 11]. По данным ряда исследований, в долгосрочной перспективе будет наблюдаться возрастание среднего возраста работающего населения, сопровождаясь ростом экономического бремени от неинфекционных заболеваний [12, 13]. Но в настоящее время изучение популяционной заболеваемости населения трудоспособного возраста в Российской Федерации затруднено отсутствием доступных данных. Федеральным планом статистических работ учёт показателей этой группы населения не предусмотрен, что снижает эффективность государственных мер, направленных на продление жизни и предотвращение преждевременной смертности населения России.

Изучение особенностей первичной заболеваемости лиц трудоспособного возраста, в том числе в экстремальных эпидемиологических обстоятельствах, является актуальной научной задачей для разработки механизмов управления рисками здоровью, что в итоге позволит продлить трудовое долголетие и улучшить качество жизни работающего населения [14].

Цель исследования. Анализ особенностей первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста Приволжского федерального округа (ПФО) в период эпидемии новой коронавирусной инфекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное исследование основано на федеральном статистическом наблюдении за показателями заболеваемости населения Российской Федерации¹. По бюллетеням Федеральной службы государственной статистики «Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту» определяли среднегодовую численность лиц трудоспособного возраста. Авторы рассчитали абсолютные и относительные показатели первичной заболеваемости на 100 000 населения трудоспособного возраста как по Российской Федерации в целом, так и по ПФО и его

субъектам за 2014–2021 гг. по 15 классам МКБ-10. Методом прямого ранжирования определили ведущие причины в нозологической структуре первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста Российской Федерации за 2014–2019 гг. Провели расчёт медианных значений (Me), 25-го и 75-го перцентилей [Q_{25} ; Q_{75}], стандартного отклонения (σ), коэффициента вариации (K_v) годовых показателей первичной заболеваемости за 2014–2019 гг. Рассчитан темп прироста уровня первичной заболеваемости в 2020–2021 гг. к Me . Для сравнительной оценки уровня заболеваемости в 2020 и 2021 гг. и в 2014–2019 гг. по всем классам болезней МКБ-10, без учёта случаев класса XV (000–099) «Беременность, роды и послеродовой период», и для пяти причин первичной заболеваемости использовали одновыборочный t -критерий. Критическая значимость нулевой статистической гипотезы равна 0,05. Для обработки данных использовали программы MS Excel и STATISTICA 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основными причинами первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста в 2014–2019 гг. в Российской Федерации были болезни органов дыхания (32,4% случаев), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (16,7%), болезни мочеполовой системы (10,5%), болезни кожи и подкожной клетчатки (6,6%) и болезни системы кровообращения (5,1%).

Общие показатели уровней первичной заболеваемости по всем классам болезней МКБ-10, без учёта случаев класса XV (000–099) «Беременность, роды и послеродовой период», в целом по Российской Федерации, ПФО и субъектам округа в 2014–2021 гг. представлены в табл. 1.

В большинстве регионов округа в 2020 и 2021 гг. выявлен статистически значимый рост уровня первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста относительно периода 2014–2019 гг. Только в Пензенской и Ульяновской областях в оба года эпидемии новой коронавирусной инфекции наблюдалось снижение уровня заболеваемости. Максимальные и минимальные уровни первичной заболеваемости были зафиксированы в 2014–2019 гг. в Республиках Марий Эл и Мордовия, в 2020–2021 гг. — в Республике Башкортостан и Пензенской области. Максимальный темп прироста в 2020 г. выявлен в Мордовии (на 31,1%; $p < 0,001$) и Кировской области (на 20,4%; $p < 0,001$), в 2021 г. максимальный темп прироста отмечен в Кировской области.

Показатели первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста болезнями органов дыхания за 2014–2021 гг. в целом по Российской Федерации и по субъектам ПФО с максимальными и минимальными уровнями заболеваемости в 2014–2019 гг. представлены в табл. 2.

¹ Здравоохранение в России.
<https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218>

Таблица 1. Первичная заболеваемость населения трудоспособного возраста в Российской Федерации, Приволжском федеральном округе и субъектах округа в 2014–2021 гг. по всем классам болезней (на 100 000 чел.)

Table 1. Primary morbidity of the working-age population in the Russian Federation, the Volga Federal District and the district subjects in 2014–2021 for all classes of diseases (per 100,000 people)

Территория Territory	Me [Q25; Q75] (2014–2019 гг.) Me [Q25; Q75] (2014–2019)	2020 г. (темп прироста, %) 2020 (growth rate, %)	2021 г. (темп прироста, %) 2021 (growth rate, %)
Российская Федерация Russian Federation	53108,3 [52810,7; 53312,6]	55967,1 (5,4; $p < 0,001$)	62146,1 (17,0; $p < 0,001$)
Приволжский федеральный округ Volga Federal District	58102,0 [57258,7; 59089,7]	61274,1 (5,5; $p = 0,001$)	66208,0 (14,0; $p < 0,001$)
Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	62601,5 [62004,3; 62643,3]	71279,8 (13,9; $p < 0,001$)	79589,8 (27,1; $p < 0,001$)
Республика Марий Эл Republic of Mari El	66527,9 [63399,5; 67474,4]	68714,4 (3,3; $p = 0,074$)	72792,1 (9,4; $p = 0,002$)
Республика Мордовия Republic of Mordovia	43767,7 [42524,8; 44028,6]	57395,6 (31,1; $p < 0,001$)	60092,2 (37,3; $p < 0,001$)
Республика Татарстан Republic of Tatarstan	51539,5 [50667,3; 52590,8]	56231,1 (9,1; $p = 0,001$)	55289,6 (7,3; $p = 0,004$)
Удмуртская Республика Udmurt Republic	58680,2 [56034,5; 61168,6]	62407,1 (6,4; $p = 0,015$)	62362,7 (6,3; $p = 0,015$)
Чувашская Республика Chuvash Republic	62177,0 [60558,5; 68355,5]	65854,4 (5,9; $p = 0,457$)	67322,7 (8,3; $p = 0,190$)
Пермский край Perm Krai	61432,2 [61249,2; 62470,8]	63831,3 (3,9; $p = 0,009$)	71854,5 (17,0; $p < 0,001$)
Кировская область Kirov Region	50543,8 [49039,6; 52456,4]	60880,0 (20,4; $p < 0,001$)	74305,5 (47,0; $p < 0,001$)
Нижегородская область Nizhny Novgorod Region	59907,6 [59551,4; 60337,9]	65646,9 (9,6; $p < 0,001$)	75105,1 (25,4; $p < 0,001$)
Оренбургская область Orenburg Region	55532,6 [54618,8; 56936,9]	53150,6 (–4,3; $p = 0,026$)	59341,7 (6,9; $p = 0,002$)
Пензенская область Penza Region	55360,9 [54376,1; 56142,1]	52180,0 (–5,7; $p = 0,107$)	51563,8 (–6,9; $p = 0,056$)
Самарская область Samara Region	61824,7 [58430,5; 67581,7]	61911,5 (0,1; $p = 0,719$)	66553,6 (7,6; $p = 0,132$)
Саратовская область Saratov Region	54341,8 [53913,0; 54743,0]	53588,7 (–1,4; $p = 0,499$)	57381,8 (5,6; $p = 0,001$)
Ульяновская область Ulyanovsk Region	61021,8 [59564,3; 62989,0]	56552,2 (–7,3; $p = 0,034$)	60792,7 (–0,4; $p = 0,797$)

Практически во всех регионах ПФО показатели первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста болезнями органов дыхания были статистически значимо выше уровня 2014–2019 гг. Только в Пензенской области в 2021 г. не отмечалось достоверных различий (темпы прироста — 1,4%; $p = 0,645$). Максимальные и минимальные уровни первичной заболеваемости зафиксированы в 2020 и 2021 гг. в Нижегородской и Пензенской областях (2020 г. — 19490,2⁰/₀₀₀₀; 2021 г. — 16224,5⁰/₀₀₀₀). Максимальный темп прироста в 2020–2021 гг. был выявлен в Республике Мордовия (соответственно 112,1 и 131,2%), а минимальные изменения в 2020 г. — в Ульяновской области (темпы прироста — 20,0%; $p = 0,001$), в 2021 г. — в Пензенской области.

В течение всего исследуемого периода самый высокий уровень первичной заболеваемости болезнями органов дыхания населения трудоспособного возраста регистрировался в Нижегородской области, относительно невысокий темп прироста в 2020–2021 гг. (на 36,0%; $p < 0,001$; на 44,0%; $p < 0,001$ соответственно) был обусловлен высоким *Me* данного региона.

Показатели первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста травмами, отравлениями и некоторыми другими последствиями воздействия внешних причин с максимальными и минимальными уровнями заболеваемости в 2014–2019 гг. представлены в табл. 3.

В большинстве регионов ПФО выявлено значимое снижение показателей первичной заболеваемости травмами,

Таблица 2. Первичная заболеваемость населения трудоспособного возраста в Российской Федерации и отдельных субъектах Приволжского федерального округа болезнями органов дыхания в 2014–2021 гг. (на 100 000 чел.)

Table 2. Primary morbidity of the working-age population in the Russian Federation and individual subjects of the Volga Federal District with respiratory diseases in 2014–2021 (per 100,000 people)

Территория Territory	Me±σ [Q25; Q75] (2014–2019 гг.) Me±σ [Q25; Q75] (2014–2019)	2020 г. (темп прироста, %) 2020 (growth rate, %)	2021 г. (темп прироста, %) 2021 (growth rate, %)
Нижегородская область Nizhny Novgorod Region	24492,9±2240,4 [22096,1; 25598,9]	33309,4 (36,0; $p < 0,001$)	35277,8 (44,0; $p < 0,001$)
Самарская область Samara Region	23173,7±2520,1 [21559,3; 25169,7]	28705,0 (23,9; $p = 0,003$)	27919,7 (20,5; $p = 0,006$)
Пермский край Perm Region	21359,9±1274,3 [20729,0; 22950,7]	29497,3 (38,1; $p < 0,001$)	28210,2 (32,1; $p < 0,001$)
Российская Федерация Russian Federation	17466,5±728,2 [16386,2; 17593,4]	22379,4 (28,1; $p < 0,001$)	23311,1 (33,5; $p < 0,001$)
Оренбургская область Orenburg Region	14917,4±332,5 [14508,9; 15129,6]	21287,7 (42,7; $p < 0,001$)	22497,9 (50,8; $p < 0,001$)
Саратовская область Saratov Region	14206,7±1133,9 [12722,1; 14998,6]	19736,7 (38,9; $p < 0,001$)	22341,8 (57,3; $p < 0,001$)
Республика Мордовия Republic of Mordovia	10769,2±258,7 [10550,2; 10909,0]	23914,4 (122,1; $p < 0,001$)	24898,3 (131,2; $p < 0,001$)

отравлениями и некоторыми другими последствиями воздействия внешних причин по сравнению с доковидным периодом. Незначительный рост отмечен в 2020 г. в Республике Марий Эл (на 3,2%; $p = 0,078$), в 2021 г. — в Кировской (на 0,1%; $p = 0,650$) и Оренбургской (на 0,7%, $p = 0,817$) областях. Максимальный уровень заболеваемости в 2020 г. наблюдался в Республике Марий Эл ($11454,0^{0/0000}$), в 2021 г. — в Кировской области ($11193,8^{0/0000}$), а минимальный — в Пензенской области (см. табл. 3). В Пензенской области наблюдалось и самое значительное снижение показателей (2020 г.: на 42,7%; $p = 0,022$; 2021 г.: на 54,2%; $p = 0,005$).

Показатели первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста болезнями мочеполовой системы в целом по Российской Федерации и в субъектах ПФО с максимальными и минимальными уровнями заболеваемости в 2014–2019 гг. представлены в табл. 4.

Практически во всех субъектах округа отмечалось статистически значимое снижение уровня первичной заболеваемости болезнями мочеполовой системы. Исключение составили Пензенская (2020 г.: $-0,2\%$; $p = 0,310$) и Нижегородская (2021 г.: $-14,7\%$; $p = 0,059$) области. Только в Республике Мордовия наблюдался незначительный рост (5,8%; $p = 0,275$). Максимальный уровень первичной заболеваемости был выявлен в 2020–2021 гг. в Республике Мордовия (соответственно $6625,7^{0/0000}$ и $6923,6^{0/0000}$), а минимальный уровень в 2020 г. наблюдался в Республике Татарстан ($2963,4^{0/0000}$), в 2021 г. — в Оренбургской области ($2653,3^{0/0000}$). Наиболее значительное снижение показателей установлено в 2020 г. в Чувашской Республике (на 37,6%; $p = 0,004$), в 2021 г. — в Оренбургской области (на 53,7%; $p = 0,002$).

Показатели первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста болезнями кожи и подкожной

клетчатки в целом по Российской Федерации и в субъектах ПФО с максимальными и минимальными уровнями заболеваемости в 2014–2019 гг. представлены в табл. 5.

Статистически значимое снижение уровня первичной заболеваемости болезнями кожи и подкожной клетчатки также было выявлено в большинстве регионов ПФО. Исключение составили Республика Башкортостан (2020 г.: 15,2%; $p = 0,053$), Кировская (2020 г.: $-8,3\%$; $p = 0,084$), Нижегородская (2021 г.: $-3,3\%$; $p = 0,833$), Ульяновская (2020 г.: $-11,7\%$, $p = 0,297$; 2021 г.: $-9,7\%$, $p = 0,0412$) и Саратовская области (см. табл. 5). Единичный случай роста показателя отмечался в 2021 г. в Пензенской области (на 4,8%; $p = 0,719$). В 2020 г. наиболее значительное снижение заболеваемости зафиксировано в Оренбургской области (на 56,0%; $p = 0,003$). В 2021 г. самое значительное снижение относительно Me было выявлено в Республике Мордовия (на 58,5%; $p < 0,001$).

В 2021 г. в Нижегородской области наблюдался более чем 2-кратный рост (на 104,9%) первичной заболеваемости болезнями кожи и подкожной клетчатки к уровню 2020 г. (2020 г. — 28 686 случаев, 2021 г. — 58 715 случаев).

Максимальный уровень первичной заболеваемости зафиксирован в 2020–2021 гг. в Саратовской области (соответственно $5142,5^{0/0000}$ и $4265,6^{0/0000}$), а минимальный уровень в 2020 г. — в Оренбургской области ($1354,1^{0/0000}$), в 2021 г. — в Республике Мордовия ($1307,4^{0/0000}$).

Показатели первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста болезнями системы кровообращения в целом по Российской Федерации и субъектам ПФО с максимальными и минимальными уровнями заболеваемости в 2014–2019 гг. представлены в табл. 6.

Снижение уровня первичной заболеваемости болезнями системы кровообращения по сравнению

Таблица 3. Первичная заболеваемость населения трудоспособного возраста в Российской Федерации и отдельных субъектах Приволжского федерального округа травмами, отравлениями и некоторыми другими последствиями воздействия внешних причин в 2014–2021 гг. (на 100 000 чел.)

Table 3. Primary morbidity of the working-age population in the Russian Federation and individual subjects of the Volga Federal District due to injuries, poisoning and some other effects of exposure to external causes in 2014–2021 (per 100,000 people)

Территория Territory	Ме±σ [Q25; Q75] (2014–2019 гг.) Ме±σ [Q25; Q75] (2014–2019)	2020 г. (темп прироста, %) 2020 (growth rate, %)	2021 г. (темп прироста, %) 2021 (growth rate, %)
Удмуртская Республика Udmurt Republic	11304,9 [11148,5; 12137,0]	10635,6 (–5,9; $p=0,013$)	10790,2 (–4,6; $p=0,036$)
Пермский край Perm Krai	11259,4 [11045,9; 12225,1]	9627,1 (–14,5; $p=0,005$)	10108,0 (–10,2; $p=0,031$)
Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	11184,2 [11065,6; 11462,4]	10551,8 (–5,7; $p=0,025$)	10263,8 (–8,2; $p=0,002$)
Российская Федерация Russian Federation	8836,7 [8766,1; 8979,6]	8171,3 (–7,5; $p=0,002$)	8252,2 (–6,6; $p=0,005$)
Пензенская область Penza Region	7686,8 [6672,4; 9341,7]	4402,0 (–42,7; $p=0,022$)	3522,5 (–54,2; $p=0,005$)
Саратовская область Saratov Region	6963,7 [6833,0; 7098,8]	6496,2 (–6,7; $p=0,011$)	6648,7 (–4,5; $p=0,062$)
Республика Мордовия Republic of Mordovia	5004,5 [4705,2; 5363,2]	4418,6 (–11,7; $p=0,016$)	4679,9 (–6,5; $p=0,195$)

Таблица 4. Первичная заболеваемость населения трудоспособного возраста в Российской Федерации и отдельных субъектах Приволжского федерального округа болезнями мочеполовой системы в 2014–2021 гг. (на 100 000 чел.)

Table 4. Primary morbidity of the working-age population in the Russian Federation and in certain subjects of the Volga Federal District with diseases of the genitourinary system BMPS in 2014–2021 (per 100,000 people)

Территория Territory	Ме±σ [Q25; Q75] (2014–2019 гг.) Ме±σ [Q25; Q75] (2014–2019)	2020 г. (темп прироста, %) 2020 (growth rate, %)	2021 г. (темп прироста, %) 2021 (growth rate, %)
Чувашская Республика Chuvash Republic	9791,3 [9004,1; 10342,1]	6108,8 (–37,6; $p=0,004$)	6769,9 (–30,9; $p=0,013$)
Самарская область Samara Region	8377,3 [8116,7; 8833,5]	6324,2 (–24,5; $p=0,004$)	6220,7 (–25,7; $p=0,003$)
Республика Марий Эл Mari El Republic	7832,7 [7423,0; 8331,8]	5744,7 (–26,7; $p=0,006$)	5762,5 (–26,4; $p=0,007$)
Российская Федерация Russian Federation	5542,3 [5481,9; 5594,2]	4400,6 (–20,6; $p=0,003$)	4433,4 (–20,0; $p=0,003$)
Пензенская область Penza Region	4759,8 [4217,7; 4987,1]	4752,3 (–0,2; $p=0,310$)	3890,3 (–18,3; $p=0,004$)
Республика Татарстан Republic of Tatarstan	4369,5 [4005,6; 4637,8]	2963,4 (–32,2; $p=0,008$)	2742,9 (–37,2; $p=0,003$)
Кировская область Kirov Region	4156,3 [3869,0; 4465,6]	3467,4 (–16,6; $p=0,014$)	3386,0 (–18,5; $p=0,007$)

с допандемийным периодом наблюдалось в большинстве субъектов округа. Но, по сравнению с ранее представленными результатами, в большинстве регионов эти изменения не носили статистически значимого характера: Республика Марий Эл (2020 г.: –12,6%; $p=0,182$), Мордовия (2021 г.: –1,2%; $p=0,918$), Удмуртия (2020 г.: –23,2%; $p=0,101$; 2021 г.: –25,2%; $p=0,077$), Кировская (2021 г.: –5,9%; $p=0,176$), Оренбургская (2021 г.: –10,9%; $p=0,284$), Пензенская (2020 г.: –0,9%; $p=0,646$) области. Республика Татарстан оказалась единственным регионом, где в период распространения новой коронавирусной инфекции наблюдался рост заболеваемости ($p_{2020}=0,367$; $p_{2021}=0,092$).

Также рост показателя отмечен в 2020 г. в Республике Мордовия (на 3,1%; $p=0,756$) и в Кировской области (см. табл. 6).

В 2020 г. наиболее значительное снижение показателей первичной заболеваемости было зафиксировано в Пермском крае (–27,6%; $p=0,001$) и Самарской области (–27,0%; $p=0,004$), в 2021 г. — в Пензенской (на 38,4%; $p=0,004$) и Ульяновской (на 32,6%; $p=0,001$) областях.

В период распространения новой коронавирусной инфекции в 2020–2021 гг. ведущими причинами первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста в целом по ПФО остались болезни тех же классов.

Таблица 5. Первичная заболеваемость населения трудоспособного возраста в Российской Федерации и в отдельных субъектах Приволжского федерального округа болезнями кожи и подкожной клетчатки в 2014–2021 гг. (на 100 000 чел.)**Table 5.** Primary morbidity of the working-age population in the Russian Federation and in certain regions of the Volga Federal District with skin and subcutaneous tissue diseases in 2014–2021 (per 100,000 people)

Территория Territory	Me±σ [Q25; Q75] (2014–2019 гг.) Me±σ [Q25; Q75] (2014–2019)	2020 г. (темп прироста, %) 2020 (growth rate, %)	2021 г. (темп прироста, %) 2021 (growth rate, %)
Саратовская область Saratov Region	5473,7±440,6 [5139,7; 5789,9]	5142,5 (–6,1; $p=0,096$)	4265,6 (–22,1; $p=0,001$)
Самарская область Samara Region	4918,3±344,3 [4478,4; 5056,9]	4393,9 (–10,7; $p=0,034$)	4192,9 (–14,7; $p=0,008$)
Удмуртская Республика Udmurt Republic	4592,9±314,5 [4502,3; 4810,4]	3929,0 (–14,5; $p=0,005$)	3110,1 (–32,3; $p<0,001$)
Российская Федерация Russian Federation	3501,9±196,0 [3331,7; 3670,4]	2758,1 (–21,2; $p<0,001$)	2887,3 (–17,6; $p=0,001$)
Республика Мордовия Republic of Mordovia	3146,6±521,5 [2924,2; 3818,7]	2011,4 (–36,1; $p=0,002$)	1307,4 (–58,5; $p<0,001$)
Оренбургская область Orenburg Region	3076,7±744,9 [2592,8; 3632,2]	1354,1 (–56,0; $p=0,003$)	1483,8 (–51,8; $p=0,005$)
Пензенская область Penza Region	3064,0±526,0 [3028,8; 3624,0]	2356,1 (–23,1; $p=0,007$)	3211,6 (4,8; $p=0,719$)

Таблица 6. Первичная заболеваемость населения трудоспособного возраста в Российской Федерации, Приволжском федеральном округе и субъектах округа болезнями системы кровообращения в 2014–2021 гг. (на 100 000 чел.)**Table 6.** Primary morbidity of the working-age population in the Russian Federation, the Volga Federal District and the subjects of the district with diseases of the circulatory system in 2014–2021 (per 100,000 people)

Территория Territory	Me±σ [Q25; Q75] (2014–2019 гг.) Me±σ [Q25; Q75] (2014–2019)	2020 г. (темп прироста, %) 2020 (growth rate, %)	2021 г. (темп прироста, %) 2021 (growth rate, %)
Саратовская область Saratov Region	5314,6±715,8 [4960,1; 5436,2]	4167,7 (–21,6; $p=0,031$)	3754,8 (–29,3; $p=0,007$)
Пензенская область Penza Region	5035,4±841,3 [4494,1; 5272,4]	4991,3 (–0,9; $p=0,646$)	3100,4 (–38,4; $p=0,004$)
Оренбургская область Orenburg Region	4838,3±1012,7 [4210,7; 5627,3]	3719,5 (–23,1; $p=0,047$)	4309,3 (–10,9; $p=0,284$)
Российская Федерация Russian Federation	2762,9±198,9 [2647,7; 2820,5]	2462,0 (–10,9; $p=0,022$)	2475,2 (–10,4; $p=0,026$)
Кировская область Kirov Region	2349,6±267,1 [2299,3; 2509,7]	2659,2 (13,2; $p=0,052$)	2211,3 (–5,9; $p=0,0176$)
Пермский край Perm Krai	2229,3±122,1 [2037,3; 2335,5]	1614,5 (–27,6; $p=0,001$)	1719,9 (–22,9; $p=0,003$)
Самарская область Samara Region	1584,2±262,5 [1534,7; 1914,5]	1156,3 (–27,0; $p=0,004$)	1377,7 (–13,0; $p=0,030$)

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что общей тенденцией в субъектах ПФО за изученный период явился рост первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста, обусловленный практически только за счёт показателей болезней органов дыхания и собственно COVID-19. Уровни заболеваемости болезнями прочих классов снизились в большинстве субъектов округа, что характерно и для других регионов и возрастных групп населения [15–17]. Следует отметить, что рост уровня первичной заболеваемости в 2020 г. явился отличительной чертой исследуемой возрастной категории, в то время как по общедоступным

источникам в категории «всё население» специалисты отмечали снижение первичной заболеваемости [5]. Выявленные различия подтверждают актуальность самостоятельных исследований заболеваемости населения трудоспособного возраста. Обращают на себя внимание показатели заболеваемости болезнями органов дыхания в Нижегородской области и болезнями системы кровообращения в Самарской области. Несмотря на повсеместный рост первичной заболеваемости болезнями органов дыхания в период эпидемии новой коронавирусной инфекции, медианный уровень за 2014–2019 гг. в Нижегородской области остался выше, чем в Оренбургской, Пензенской и Саратовской областях в 2020–2021 гг. Несмотря

на повсеместное снижение показателей в 2020–2021 гг., уровень первичной заболеваемости болезнями системы кровообращения во всех субъектах ПФО остался выше медианного уровня в Самарской области за 2014–2019 гг. Данные обстоятельства требуют дополнительного изучения эпидемиологической ситуации в этих регионах.

Изменения уровней заболеваемости в 2020–2021 гг. имеют ярко выраженные региональные особенности. В субъектах округа выявлены многократные различия в темпах прироста (снижения) уровней первичной заболеваемости. Причины таких различий подлежат дополнительному изучению.

Уровень заболеваемости по обращаемости отражает степень доступности медицинской помощи [15]. Снижение уровня первичной заболеваемости в 2020–2021 гг. специалисты связывают как с введением ограничительных мер, так и с самосохранительными мотивами в поведении населения [15, 18, 19]. В этой связи авторы считают необходимым обратить особое внимание на рост либо очень низкое снижение уровня заболеваемости отдельных классов МКБ-10 в ряде регионов ПФО. В частности, в Пензенской области уровень первичной заболеваемости болезнями органов дыхания уже в 2021 г. фактически вернулся к допандемийным значениям (темпы прироста — 1,4%; $p=0,645$). Выявленный рост первичной заболеваемости болезнями системы кровообращения в Республиках Мордовия (2020 г.) и Татарстан (2020–2021 гг.), в Кировской области (2020 г.), болезнями кожи и подкожной клетчатки — в Пензенской области (2021 г.), болезнями мочеполовой системы — в Пензенской области (2020 г.), Республике Мордовия (2020–2021 гг.), по мнению авторов, свидетельствуют о высоком уровне адаптивности отдельных региональных систем здравоохранения к работе в чрезвычайных эпидемиологических обстоятельствах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменения уровня первичной заболеваемости населения трудоспособного возраста в субъектах ПФО в период эпидемии новой коронавирусной инфекции в 2020–2021 гг. имели ярко выраженные региональные особенности, характеризующаясь общей тенденцией роста

показателей первичной заболеваемости по всем болезням и болезням органов дыхания.

Выявленные региональные особенности заболеваемости населения трудоспособного возраста могут быть использованы органами управления в сфере охраны здоровья для повышения эффективности государственных мер по укреплению и сохранению здоровья населения. Целесообразно изучение опыта отдельных регионов ПФО по адаптации систем здравоохранения к работе в чрезвычайных эпидемиологических обстоятельствах.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Э.Р. Шайхлисламова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста, утверждение текста статьи; А.С. Шастин — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Э.Т. Валеева — сбор и анализ литературных источников, подготовка, написание и утверждение текста статьи; Т.М. Цепилова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста. Т.И. Обухова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста. А.А. Дистанова — сбор и анализ литературных источников, подготовка текста статьи. 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).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. E.R. Shaikhislamova — literature review, collection and analysis of literary sources, writing, approval of the text of the article; A.S. Shastin — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; E.T. Valeeva — collection and analysis of literary sources, preparation and writing and approval of the text of the article; T.M. Tsepilova — literature review collection and analysis of literary sources, writing the text; T.Yu. Obukhova — literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text; A.A. Distanova — collection and analysis of literary sources, preparation of the text of the article. 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).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Maslennikova GYa, Oganov RG, Drapkina OM. Modern global, regional and national priority strategic directions for the prevention and control of noncommunicable diseases. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2020;23(2):7–12. doi: 10.17116/profmed2020230217 EDN: WUMMVT
2. Drapkina OM, Maslennikova GYa, Shepel RN, et al. Priority areas for the prevention of non-communicable diseases on the agenda of the 75th World Health Assembly: plans for the future. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2022;25(6):7–11. doi: 10.17116/profmed2022250617 EDN: MYEJSM
3. Kontsevaya AV, Myrzamatova AO, Mukaneeva DK, et al. The economic burden of main non-communicable diseases in the Russian Federation in 2016. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2019;22(6):18–23. doi: 10.17116/profmed20192206118 EDN: BWCFVW
4. Bloom DE, Cafiero ET, Jane-Llopis E, et al. The Global Economic Burden of Non-communicable Diseases. Geneva: World Economic Forum, 2011 [cited 21 Apr 2024]. Available from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Harvard_HE_GlobalEconomicBurdenNonCommunicableDiseases_2011.pdf

5. Perkhov VI, Korkhmazov VT, Hodakova OV. Influence of the pandemic of COVID-19 on indicators of incidence of the population. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2022;(4):588–609. doi: 10.24412/2312-2935-2022-4-588-609
6. Weaver AK, Head JR, Gould CF, et al. Environmental factors influencing COVID-19 incidence and severity. *Annual Review of Public Health*. 2022;43:271–291. doi: 10.1146/annurev-publhealth-052120-101420
7. Jia R, Ayling K, Chalder T, et al. The prevalence, incidence, prognosis and risk factors for symptoms of depression and anxiety in a UK cohort during the COVID-19 pandemic. *BJPsych Open*. 2022;8(2): e64. doi: 10.1192/bjo.2022.34
8. Yang X, Jin Y, Li R, et al. Prevalence and impact of acute renal impairment on COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2020;24(1):356. doi: 10.1186/s13054-020-03065-4
9. Bylina SG. Determinants of the morbidity of the rural population in Russia during the COVID-19 pandemic: a regional aspect. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(1):7–21. doi: 10.17816/humeco632920 EDN: XVNLOC
10. Kozlova OA, Makarova MN, Bedrina EB, et al. Environmental factors of population health formation in Russian Regions in the scope of the the concept of sustainability. Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN; 2020. (In Russ.) EDN: XANSBD
11. Safiullin LN, Mingazova AF. The impact of the health status of the working population on the effectiveness of the innovative development of the Russian economy. *Kazan Economic Bulletin*. 2019;(1):71–77. EDN: UPBLAO
12. Aganbegyan AG. Two main challenges facing Russia: to reduce the catastrophically high mortality rate while restoring the safety of the people and the transition to sustainable socio-economic growth. *Economic Revival of Russia*. 2022;(1):14–30. EDN: LJGQAA
13. Jakovljevic M, Jakab M, Gerdtham U, et al. Comparative financing analysis and political economy of noncommunicable diseases. *Journal of Medical Economics*. 2019;22(8):722–727. doi: 10.1080/13696998.2019.1600523
14. Pershin SE, Tikhonova GI, Gorchakova TYu, Golubev NA. Features of morbidity and mortality from COVID-19 male and female population of the Russian Federation. In: *III International Demographic Forum "Demography and Global Challenges"*. Voronezh, 2024. P. 252–257. EDN: ODWCGF
15. Chigrina VP, Khodakova OV, Tyufilin DS, et al. Analysis of the trend in the morbidity of the population of the Russian Federation considering the factors affecting the availability of general medical services. *Health care of the Russian Federation*. 2023;67(4):275–283. doi: 10.47470/0044-197X-2023-67-4-275-283 EDN: JQGEXM
16. Radchenko OI, Knni YuA. Incidence of diseases of the genitourinary system in the period of COVID-19 pandemic in working-age population of Tatarstan Republic. *Bulletin of the Ivanovo State Medical Academy*. 2022;27(2):5–11. doi: 10.52246/1606-8157_2022_27_2_5 EDN: MHOBEQ
17. Dautbaev DG, Sharafutdinov MA, Ahmadullina GH, Halfin RM. Dynamics of general and primary morbidity of the population with diseases of the digestive organs in the Republic of Bashkortostan for 2014–2021. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2024;(1):400–418. doi: 10.24412/2312-2935-2024-1-400-418 EDN: LSZAXV
18. Son IM, Starodubov VI, Manoshkina EM, Stupak VS. Trends in morbidity and in-hospital mortality from cardiovascular diseases during COVID-19 pandemic. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2021;24(11):7–14. doi: 10.17116/profmed2021241117 EDN: RKXHUJ
19. Blinova TV, Vyalshina AA, Nozhkina IA. Gender variations in self-preserving behavior during the covid-19 pandemic among the students in Saratov. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021;28(9):55–63. doi: 10.33396/1728-0869-2021-9-55-63 EDN: GLCFOM

ОБ АВТОРАХ

***Валеева Эльвира Тимерьяновна**, д-р мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 450106, Уфа, ул. Степана Кувыкина, д. 94;
ORCID: 0000-0002-9146-5625;
eLibrary SPIN: 6778-8590;
e-mail: oozr@mail.ru

Шайхлисламова Эльмира Радиковна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-6127-7703;
eLibrary SPIN: 1041-3862;
e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru

Шастин Александр Сергеевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-8363-5498;
eLibrary SPIN: 7523-8836;
e-mail: shastin@ymrc.ru

Цепилова Татьяна Михайловна;
ORCID: 0000-0002-1678-3180;
eLibrary SPIN: 5268-2940;
e-mail: zaikinatm@inbox.ru

Обухова Татьяна Юрьевна;
ORCID: 0000-0002-7913-5586;
eLibrary SPIN: 2893-1467;
e-mail: obuhova@ymrc.ru

Дистанова Альбина Анваровна;
ORCID: 0000-0003-4249-2288;
eLibrary SPIN: 3057-5224;
e-mail: d.albina.a@rambler.ru

AUTHORS' INFO

***Elvira T. Valeeva**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
address: 94 Stepana Kuvykina st, Ufa, Russia, 450106;
ORCID: 0000-0002-9146-5625;
eLibrary SPIN: 6778-8590;
e-mail: oozr@mail.ru

Elmira R. Shaikhislamova, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-6127-7703;
eLibrary SPIN: 1041-3862;
e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru

Alexander S. Shastin, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-8363-5498;
eLibrary SPIN: 7523-8836;
e-mail: shastin@ymrc.ru

Tatiana M. Tsepilova;
ORCID: 0000-0002-1678-3180;
eLibrary SPIN: 5268-2940;
e-mail: zaikinatm@inbox.ru

Tatiana Yu. Obukhova;
ORCID: 0000-0002-7913-5586;
eLibrary SPIN: 2893-1467;
e-mail: obuhova@ymrc.ru

Albina A. Distanova, MD;
ORCID: 0000-0003-4249-2288;
eLibrary SPIN: 3057-5224;
e-mail: d.albina.a@rambler.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642723>

The prevalence of unhealthy habits in residential areas and personal social circles is associated with smoking and alcohol consumption among young adults

Sergey A. Maksimov¹, Marina B. Kotova¹, Galina N. Tsagan-Mandzhieva², Mikhail S. Kurakin³, Natalia G. Kostina³, Vadim N. Kolesnikov⁴, Valeriy V. Suvorov¹, Svetlana V. Nesyna⁵, Marina A. Nikulina⁶, Violetta A. Agayan⁶, Yuriy S. Pinchuk⁷, Oksana M. Drapkina¹

¹ National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia;

² Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

³ Kemerovo State University, Kemerovo, Russia;

⁴ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia;

⁵ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia;

⁶ The All-Russian State University of Justice, Rostov Law Institute (branch), Rostov-on-Don, Russia;

⁷ Yamal Multidisciplinary College, Salekhard, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The impact of the prevalence of unhealthy habits in a person's living environment on the individual likelihood of smoking and alcohol consumption in Russia remains understudied.

AIM: To analyze the associations of smoking and alcohol consumption with the prevalence of unhealthy habits in residential areas and personal social circles.

MATERIALS AND METHODS: A cross-sectional study was conducted in 2022–2023 in six Russian regions, involving students in secondary and higher educational institutions. The study included 2015 men and women aged 25 years and younger. All variables were obtained through a survey method. Associations were assessed using logistic and ordinal regression analysis. Odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) were calculated.

RESULTS: Living in an area with low levels of visible alcohol consumption was associated with a lower individual likelihood of smoking (OR = 0.67; 95% CI: 0.48–0.93), alcohol consumption (OR = 0.57; 95% CI: 0.43–0.76), and with lower cigarette consumption and alcohol intake volumes. An increase in the number of smokers in a person's close social circle was associated with smoking (OR = 1.74; 95% CI: 1.61–1.88), alcohol consumption (OR = 1.39; 95% CI: 1.30–1.48), higher cigarette consumption, and greater alcohol intake. A higher number of alcohol consumers in one's immediate social environment was also associated with smoking (OR = 1.13; 95% CI: 1.06–1.22), alcohol consumption (OR = 1.13; 95% CI: 1.05–1.22), and greater alcohol intake.

CONCLUSION: The frequency of unhealthy habits within close social circles and the level of visible alcohol consumption in residential areas are associated with the individual likelihood and volume of smoking and alcohol consumption among Russian students.

Keywords: smoking; alcohol; youth; students; residential area; social circle.

To cite this article:

Maksimov SA, Kotova MB, Tsagan-Mandzhieva GN, Kurakin MS, Kostina NG, Kolesnikov VN, Suvorov VV, Nesyna SV, Nikulina MA, Agayan VA, Pinchuk YuS, Drapkina OM. The prevalence of unhealthy habits in residential areas and personal social circles is associated with smoking and alcohol consumption among young adults. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):542–552. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642723>

Received: 09.12.2024

Accepted: 23.01.2025

Published online: 28.01.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642723>

Распространённость вредных привычек в районе проживания и в личном окружении ассоциируется с курением и употреблением алкоголя молодёжью

С.А. Максимов¹, М.Б. Котова¹, Г.Н. Цаган-Манджиева², М.С. Куракин³, Н.Г. Костина³,
В.Н. Колесников⁴, В.В. Суворов¹, С.В. Несына⁵, М.А. Никулина⁶, В.А. Агаян⁶,
Ю.С. Пинчук⁷, О.М. Драпкина¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины, Москва, Россия;

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия;

³ Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия;

⁴ Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

⁵ Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия;

⁶ Ростовский институт (филиал) Всероссийского государственного университета юстиции, Ростов-на-Дону, Россия;

⁷ Ямальский многопрофильный колледж, Салехард, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Влияние распространённости вредных привычек в среде обитания человека на индивидуальную вероятность курения и употребления алкоголя в России недостаточно изучено.

Цель. Анализ ассоциаций курения и употребления алкоголя с частотой вредных привычек в районе проживания и личном окружении.

Материалы и методы. Одномоментное исследование проведено в 2022–2023 гг. в шести регионах России среди учащихся средних и высших учебных заведений. В исследование вошли 2015 мужчин и женщин до 25 лет включительно. Все исследуемые показатели получены опросным методом. Оценку ассоциаций проводили с помощью логистического и порядкового регрессионного анализа. Рассчитывали отношение шансов (ОШ) и 95% доверительный интервал (ДИ).

Результаты. Проживание в районе с низким открытым потреблением алкоголя ассоциируется со снижением индивидуальной вероятности курения (ОШ=0,67; 95% ДИ: 0,48–0,93), употребления алкоголя (ОШ=0,57; 95% ДИ: 0,43–0,76), а также количества сигарет и объёмов алкоголя. Увеличение в ближайшем круге общения количества курящих ассоциируется с курением (ОШ=1,74; 95% ДИ: 1,61–1,88), потреблением алкоголя (ОШ=1,39; 95% ДИ: 1,30–1,48), количеством сигарет и объёмом алкоголя. Увеличение в ближайшем окружении количества употребляющих алкоголь ассоциируется с курением (ОШ=1,13; 95% ДИ: 1,06–1,22), потреблением алкоголя (ОШ=1,13; 95% ДИ: 1,05–1,22), а также с объёмом алкоголя.

Заключение. Частота вредных привычек в ближайшем круге общения и уровень открытого потребления алкоголя в районе проживания ассоциируются с индивидуальной вероятностью и объёмами курения и употребления алкоголя российскими учащимися.

Ключевые слова: курение; алкоголь; молодёжь; учащиеся; район проживания; круг общения.

Как цитировать:

Максимов С.А., Котова М.Б., Цаган-Манджиева Г.Н., Куракин М.С., Костина Н.Г., Колесников В.Н., Суворов В.В., Несына С.В., Никулина М.А., Агаян В.А., Пинчук Ю.С., Драпкина О.М. Распространённость вредных привычек в районе проживания и в личном окружении ассоциируется с курением и употреблением алкоголя молодёжью // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 542–552. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642723>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642723>

居住地区及个人社交圈中不良习惯的流行与青少年吸烟和饮酒行为的相关性

Sergey A. Maksimov¹, Marina B. Kotova¹, Galina N. Tsagan-Mandzhieva², Mikhail S. Kurakin³, Natalia G. Kostina³, Vadim N. Kolesnikov⁴, Valeriy V. Suvorov¹, Svetlana V. Nesyna⁵, Marina A. Nikulina⁶, Violetta A. Agayan⁶, Yuriy S. Pinchuk⁷, Oksana M. Drapkina¹

¹ National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia;

² Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

³ Kemerovo State University, Kemerovo, Russia;

⁴ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia;

⁵ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia;

⁶ The All-Russian State University of Justice, Rostov Law Institute (branch), Rostov-on-Don, Russia;

⁷ Yamal Multidisciplinary College, Salekhard, Russia

摘要

背景。俄罗斯居住环境中不良习惯的普及程度对个体吸烟和饮酒可能性的影响仍研究不充分。

研究目的。研究吸烟和饮酒行为与居住地区及个人社交圈内不良习惯的普及程度之间的相关性。

材料与方法。本研究为横断面研究，于 2022 - 2023 年在俄罗斯六个地区的中等和高等院校学生中进行。研究对象包括 2015 名年龄不超过 25 岁的男性和女性。所有研究数据均通过问卷调查收集。采用逻辑回归分析和有序回归分析评估相关性，并计算优势比（OR）及 95% 置信区间（CI）。

结果。居住在低公开饮酒率地区的个体，其吸烟（OR=0.67, 95% CI: 0.48 - 0.93）和饮酒（OR=0.57, 95% CI: 0.43 - 0.76）的可能性较低，同时该因素还与吸烟数量和饮酒量的减少相关。在个人社交圈中，吸烟者数量的增加与个体吸烟（OR=1.74, 95% CI: 1.61 - 1.88）、饮酒（OR=1.39, 95% CI: 1.30 - 1.48）、吸烟数量和饮酒量的增加相关。此外，个人社交圈中饮酒者数量的增加与个体吸烟（OR=1.13, 95% CI: 1.06 - 1.22）、饮酒（OR=1.13, 95% CI: 1.05 - 1.22）及其饮酒量的增加存在统计学显著相关性。

结论。个人社交圈内不良习惯的普及程度以及居住地区的公开饮酒水平，与俄罗斯在校学生吸烟和饮酒的个人可能性及消费量相关。

关键词：吸烟；饮酒；青少年；学生；居住地区；社交圈。

引用本文：

Maksimov SA, Kotova MB, Tsagan-Mandzhieva GN, Kurakin MS, Kostina NG, Kolesnikov VN, Suvorov VV, Nesyna SV, Nikulina MA, Agayan VA, Pinchuk YuS, Drapkina OM. 居住地区及个人社交圈中不良习惯的流行与青少年吸烟和饮酒行为的相关性. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):542-552. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco642723>

收到: 09.12.2024

接受: 23.01.2025

发布日期: 28.01.2025

BACKGROUND

Unhealthy habits are a crucial risk factor for the onset, progression, and outcomes of several noncommunicable diseases, which pose a substantial public health concern. As of 2021, smoking and alcohol abuse were among the top ten contributors to the global burden of disease (expressed as disability-adjusted life years) [1]. Notably, between 2000 and 2021, smoking and alcohol abuse moved up from rank 5 to rank 3 and from rank 12 to rank 10, respectively, with the greatest impact in developed economies. Globally, smoking has decreased, whereas alcohol consumption has increased in recent decades, with considerable differences across regions and countries [2, 3]. According to epidemiological data in Russia, the prevalence of both smoking and alcohol abuse in adults has decreased over the last 15 years [4, 5]. However, unhealthy behaviors cause significant health damage, necessitating preventive approaches to further reduce their prevalence. Health behavior is predominantly formed at a young age, making the search for predictors and prevention strategies in this cohort especially relevant.

In the 1970s, Bronfenbrenner [6] proposed the ecological systems theory, suggesting that an individual's development is driven by the environment, with a lifelong progressive adaptation to a changing environment. This theory holds that human development is influenced by several ecological systems, including the microsystem (family), the mesosystem (school, neighborhood), the exosystem (local external influences), and the macrosystem (social, economic, and political conditions). In the context of noncommunicable disease epidemiology, this theory lays the foundation for an ecosocial model of health, which takes into consideration both the biological component and the social production of disease. For example, the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study, one of the largest modern epidemiological studies, suggests that lifestyle behaviors, the onset and progression of noncommunicable diseases, and overall health are influenced at various levels, including the country, community (school, neighborhood), family, and individual [7].

Numerous studies confirm a significant role of the personal network and social environment in the formation of unhealthy habits in adolescents and young adults, in addition to personal characteristics [8–10]. In terms of behavioral psychology, this impact can be explained by the theory of planned behavior proposed by Ajzen [11]. According to this theory, an individual's behavioral intentions are shaped by their attitude, subjective norms, and perceived behavioral control. The subjective norm is an individual's perception about the particular behavior, which is influenced by the judgment of significant others (e.g., family or friends). The theory of planned behavior was later expanded to include descriptive norms, i.e., dependence on other people's behavior and adjusting behavioral intentions in order to comply with perceived norms. In other words, "If the others

do it, I probably have to do it too." A meta-analysis of studies using the theory of planned behavior revealed that this model can explain, on average, 50% of the variance in intentions and up to 38% of the variance in behavior [12].

In Russia, numerous studies have assessed individual predictors of unhealthy behaviors in youths, including research on the impact of the family and personal network [13–15]. However, no research on the influence of the prevalence of smoking and alcohol consumption in the mesosystem (neighborhood) have been conducted in Russia.

This work aimed to assess the relationships between smoking and alcohol consumption and the prevalence of unhealthy behaviors in the neighborhood and personal network.

METHODS

General Sample Characteristics

The analysis was based on a cross-sectional study conducted in six regions of Russia between 2022 and 2023. The study included vocational school and college students of various specialties (humanities, law, engineering, etc.). A non-random sample was used. The study was conducted in accordance with Good Clinical Practice and the Declaration of Helsinki. Informed consent was obtained prior to the study. The study protocol has been published earlier [16]. The researchers conducted a short survey among students who regularly attended classroom studies. The study included students who agreed to take a survey using a special modular questionnaire. The study included 2,015 intramural and extramural students of both sexes aged 15–25 years who lived in Kaliningrad ($n = 217$), Kemerovo ($n = 802$), Rostov ($n = 274$), and Saratov ($n = 247$) regions, Republic of Karelia (Petrozavodsk, $n = 227$), and Yamalo-Nenets Autonomous District (Salekhard, $n = 248$). Regions were selected based on their representation of the federal district and the availability of study sites.

Individual Smoking and Alcohol Consumption Habits

All variables were obtained through a survey method. In terms of smoking status, participants were classified as smokers (at least one cigarette per day) or non-smokers. Weekly tobacco use (cigarettes, e-cigarettes, etc.) was totaled across all types of tobacco products and grouped into quartiles: <21 (1st quartile), 22–50 (2nd quartile), 51–104 (3rd quartile), and ≥ 105 (4th quartile).

In terms of alcohol consumption, participants were classified as those who drank or did not drink alcohol in the last year. Respondents who drank alcohol were asked to specify the type, frequency, and volume of consumed alcoholic beverages, and the average individual consumption was calculated. Because different alcoholic beverages vary in their alcohol content, the volume of consumed alcohol in

milliliters was converted to grams of pure alcohol. Based on Russian epidemiological studies [5], the following alcohol content estimates were used: 0.0400 for beer, 0.0927 for dry and sparkling wine, 0.1227 for fortified wine, and 0.3227 for vodka, brandy, and other hard liquor. The alcohol content in grams for different alcoholic beverages was then totaled, converted to daily average consumption, and grouped into tertiles: <1.25 g/day, 1.251–6.0 g/day, and $\geq$ 6.01 g/day.

Other Personal Characteristics

Sociodemographic covariates included sex, age, citizenship (Russia/other), educational institution (vocational school/college), and study year (1/2–5). Low, medium, and high income groups were formed based on responses that best described the family's financial capability.

Smoking and Alcohol Consumption in the Neighborhood and Personal Network

The neighborhood's smoking and alcohol consumption rates were assessed using the following questions: "How often do you see people smoking cigarettes (including e-cigarettes) in your neighborhood?" and "How often do you see people drinking alcohol in your neighborhood?". The questions included the following categories: "walking down the street," "near house or office entrances," "at playgrounds," "at bus stops," "in coffee shops, restaurants, and bars," "smoking women," and "smoking teenagers." Four response categories were used: frequently (1 point), occasionally (2 points), seldom (3 points), and never (4 points). The scores were then summed (7–28 points) and grouped into tertiles: high, moderate, and low smoking and alcohol consumption rates in the neighborhood.

The prevalence of smoking and alcohol consumption in respondents' personal networks was assessed using the following questions: "Please recall five friends, acquaintances, or relatives you most frequently associate with. How many of them regularly smoke/drink alcohol?". A quantitative variable ranging from 0 to 5 was used.

Statistical Analysis

Qualitative variables are presented as percentages, whereas quantitative variables are presented as means and standard deviations. Differences in qualitative parameters were assessed using the Pearson's chi-squared test. Differences in quantitative parameters for two groups and three or more groups were assessed using the Mann–Whitney test and the Kruskal–Wallis test, respectively. The Bonferroni correction was used for multiple comparisons. Spearman correlation analysis was used to assess the relationships between two quantitative parameters.

Logistic regression analysis was used for multifactorial assessment of associations with smoking and alcohol consumption. Ordinal regression was used to analyze associations with the number of tobacco products used and alcohol content. Associations are presented as odds

ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI). To adjust for possible modifications, all sociodemographic characteristics, dummy variables for regions, and a dummy variable for the study year (2022 and 2023) were used as covariates in regression models. All predictors and covariates were added to regression models simultaneously. The Wald test was calculated to assess the role of predictors in the probability of smoking and drinking alcohol. The significance level was at $p = 0.05$. SPSS Statistics was used for statistical analysis.

RESULTS

The sample had the following sociodemographic characteristics: 63.7% females, 92.7% Russian citizens, 69.2% college students, 40.8% first-year students, 86.8% intramural students, 13.3% with low family income, and 34.5% with medium family income. Overall, 25.4% (511 participants) smoked and 54.3% (1,095 participants) drank alcohol in the last year.

Lower smoking and alcohol consumption rates in the neighborhood were associated with lower individual smoking and alcohol consumption rates reported by participants (Table 1). For example, respondents living in neighborhoods with low smoking rates smoke and drink alcohol significantly less frequently (16.6% and 43.6%, respectively) than those living in neighborhoods with moderate (28.2% and 59.2%) and high (30.8% and 58.2%) smoking rates. A decrease in smoking rates in the neighborhood significantly increases the proportion of participants with low alcohol consumption rates (1st tertile), while decreasing the proportion of participants with high alcohol consumption rates (3rd tertile). There were no significant differences in the number of cigarettes depending on the neighborhood.

A decrease in alcohol consumption rates in the neighborhood is associated with a significant linear decrease in the proportion of participants who smoke (from 34.1% to 25.9% and 16.6%) and drink alcohol (from 65.0% to 56.2% and 42.6%). A decrease in alcohol consumption rates in the neighborhood increases the proportion of participants with low smoking/alcohol consumption rates, while decreasing the proportion of participants with high smoking/alcohol consumption rates.

Smoking and alcohol consumption rates, as well as the number of cigarettes and alcohol content, are associated with a similar prevalence of unhealthy behaviors in respondents' personal networks (Table 2). For example, respondents who smoke more frequently have people who smoke (3.7 ± 1.5 and 1.9 ± 1.7 , respectively; $p < 0.001$) and drink alcohol (2.0 ± 1.8 and 0.9 ± 1.4 , respectively; $p < 0.001$) in their personal networks, compared to respondents who do not smoke. Similarly, respondents who drink alcohol more frequently have people who smoke (2.9 ± 1.7 and 1.7 ± 1.7 , respectively; $p < 0.001$) and drink alcohol (1.6 ± 1.7 and 0.8 ± 1.3 , respectively; $p < 0.001$) in their personal networks, compared to respondents who do not drink alcohol. Moreover,

Table 1. Prevalence and characteristics of smoking and alcohol consumption in students depending on the neighborhood

Individual smoking/alcohol consumption habits		Smoking rate in the neighborhood, % (n)				Alcohol consumption rate in the neighborhood, % (n)			
		High	Moderate	Low	p	High	Moderate	Low	p
Smoking (n = 2.015)		30.8 (180)	28.2 (233)	16.6 (98)	<0.001	34.1 (238)	25.9 (152)	16.6 (121)	<0.001
Number of cigarettes (n = 511)	1–21	24.4 (44)	24.9 (58)	31.7 (31)	0.100	24.8 (59)	25.0 (38)	29.8 (36)	0.005
	22–50	20.6 (37)	28.3 (66)	24.5 (24)		20.6 (49)	27.6 (42)	29.8 (36)	
	51–104	22.8 (41)	23.6 (55)	26.5 (26)		26.9 (64)	16.4 (25)	27.3 (33)	
	≥105	32.2 (58)	23.2 (54)	17.3 (17)		27.7 (66)	30.9 (47)	13.2 (16)	
Alcohol consumption (n = 2.015)		58.3 (350)	59.2 (488)	43.6 (257)	<0.001	65.0 (454)	56.2 (330)	42.6 (311)	<0.001
Alcohol content, g (n = 1.095)	<1.25	26.9 (94)	34.0 (166)	40.9 (105)	0.003	26.0 (118)	32.7 (108)	44.7 (139)	<0.001
	1.25–6.0	34.0 (119)	34.6 (169)	31.5 (81)		31.5 (143)	40.6 (134)	29.6 (92)	
	>6.0	39.1 (137)	31.4 (153)	27.6 (71)		42.5 (193)	26.7 (88)	25.7 (80)	

an increase in the number of cigarettes and alcohol content reported by respondents is associated with an increase in the number of people who smoke and drink alcohol in their personal networks (the difference is not significant for the number of cigarettes).

A regression analysis, taking into account respondents' sociodemographic characteristics, showed similar patterns for alcohol consumption in the neighborhood, as well as smoking and alcohol consumption in the personal network (Table 3). For example, living in a neighborhood with low alcohol consumption rates is associated with lower individual rates of smoking (OR 0.67; 95% CI: 0.48–0.93) and alcohol consumption (OR 0.57; 95% CI: 0.43–0.76). Furthermore, respondents who live in a neighborhood with moderate alcohol consumption rates are less likely to consume alcohol (OR 0.74; 95% CI: 0.56–0.97). Living in

neighborhoods with low and moderate alcohol consumption rates is associated with fewer cigarettes (only in low-rate neighborhoods) and lower alcohol content reported by respondents.

As the number of people who smoke and drink alcohol in the personal network increases, so do individual smoking and alcohol consumption rates, as well as the number of cigarettes and alcohol content reported by respondents. One exception is that there is no significant association between the number of people who drink alcohol in one's personal network and the number of cigarettes reported by a respondent.

Notably, unlike a univariate analysis, regression models showed no significant associations between smoking rates in the neighborhood and individual likelihood of smoking and alcohol consumption.

Table 2. Average number of people who smoke/drink alcohol in students' personal networks, depending on their unhealthy habits

Individual smoking/alcohol consumption habits		Of the five people in the personal network			
		Smoke		Drink alcohol	
		M ± SD	p	M ± SD	p
Smoking	No (n = 1,504)	1.9 ± 1.7	<0.001	0.9 ± 1.4	<0.001
	Yes (n = 511)	3.7 ± 1.5		2.0 ± 1.8	
Number of cigarettes	1–21 (n = 133)	3.2 ± 1.5	<0.001 ¹	1.9 ± 1.8	0.19
	22–50 (n = 127)	3.5 ± 1.5		1.8 ± 1.8	
	51–104 (n = 122)	3.8 ± 1.4		2.3 ± 1.9	
	≥105 (n = 129)	4.0 ± 1.3		2.1 ± 1.8	
Alcohol consumption	No (n = 920)	1.7 ± 1.7	<0.001	0.8 ± 1.3	<0.001
	Yes (n = 1,095)	2.9 ± 1.7		1.6 ± 1.7	
Alcohol volume, g (g)	<1.25 (n = 365)	2.3 ± 1.8	<0.001 ²	1.0 ± 1.3	<0.001 ²
	1.25–6.0 (n = 369)	2.9 ± 1.6		1.5 ± 1.7	
	>6.0 (n = 361)	3.4 ± 1.6		2.3 ± 1.9	

Note: M ± SD, mean ± standard deviation; ¹ 1 vs 2, p = 0.32; 2 vs 3, p = 0.32; 3 vs 4, p = 0.82; other p < 0.05; ² all p < 0.05.

Table 3. Associations between individual smoking/alcohol consumption habits and the prevalence of unhealthy behaviors in the neighborhood and personal network

Predictor		Individual smoking/alcohol consumption habits							
		Smoking (<i>n</i> = 2.015)		Smoking, number (<i>n</i> = 511)		Alcohol consumption (<i>n</i> = 2.015)		Alcohol, volume (<i>n</i> = 1.095)	
		OR (95% CI)	<i>p</i>	OR (95% CI)	<i>p</i>	OR (95% CI)	<i>p</i>	OR (95% CI)	<i>p</i>
Smoking rate in the neighborhood (reference: high)	Moderate	0.89 (0.62–1.27)	0.520	0.80 (0.54–1.17)	0.470	1.23 (0.95–1.59)	0.12	0.85 (0.65–1.13)	0.260
	Medium								
	Low	1.09 (0.82–1.45)	0.530	0.83 (0.50–1.38)	0.470	0.99 (0.73–1.34)	0.96	0.84 (0.59–1.19)	0.330
Alcohol consumption rate in the neighborhood (reference: high)	Moderate	0.83 (0.62–1.12)	0.220	1.09 (0.73–1.64)	0.670	0.74 (0.56–0.97)	0.028	0.74 (0.56–0.99)	0.042
	Medium								
	Low	0.67 (0.48–0.93)	0.016	0.62 (0.40–0.96)	0.032	0.57 (0.43–0.76)	<0.001	0.65 (0.48–0.90)	0.009
Smoke (of five people)	Moderate	1.74 (1.61–1.88)	<0.001	1.23 (1.09–1.38)	0.001	1.39 (1.30–1.48)	<0.001	1.21 (1.12–1.30)	<0.001
	Medium								
	Low								
Drink alcohol (of five people)	Moderate	1.13 (1.06–1.22)	0.001	1.02 (0.92–1.12)	0.740	1.13 (1.05–1.22)	0.001	1.29 (1.20–1.39)	<0.001
	Medium								
	Low								

Note: OR, odds ratio; CI, confidence interval. All regression models are adjusted for sociodemographic characteristics. Smoking and alcohol consumption rates were assessed using logistic regression; the number of cigarettes and alcohol content were assessed using ordinal regression.

Compared to conventional individual predictors of unhealthy behaviors (sex, age, socioeconomic characteristics), alcohol consumption rates in the neighborhood, as well as unhealthy behavior rates in the personal network, play a significant role. The following factors were ranked 1–3 in terms of their contribution to unhealthy behaviors: smoking in the personal network (199.5), educational institution type (15.4), and alcohol consumption in the personal network (11.7) for the likelihood of smoking; smoking in the personal network (11.0), alcohol consumption in the neighborhood (6.9), and family income (4.9) for the number of cigarettes; smoking in the personal network (101.4), age (17.6), and alcohol consumption in the neighborhood (15.0) for the likelihood of alcohol consumption; and alcohol consumption in the personal network (46.1), smoking in the personal network (25.5), and sex (13.3) for alcohol content.

DISCUSSION

According to the study, the prevalence of unhealthy behaviors in the personal network and alcohol consumption rates in the neighborhood are associated with the individual likelihood and rates of smoking and alcohol consumption among Russian students. The prevalence of unhealthy behaviors in the personal network plays a more significant role than alcohol consumption rates in the neighborhood. A decrease in smoking rates in the neighborhood was associated with lower smoking rates in the univariate analysis; however, the difference was not significant after adjusting for covariates.

Several other studies have confirmed the association between unhealthy behaviors in youths and the prevalence

of these unhealthy behaviors in their personal networks. For example, a meta-analysis of 75 studies in 16 countries revealed that smokers in the personal network increase the likelihood of starting (OR 1.96; 95% CI: 1.76–2.19) and continuing (OR 1.78; 95% CI: 1.55–2.05) smoking in adolescents [10]. A meta-analysis of 17 studies revealed that the following factors increase the risk of starting smoking: smoking in parents (OR 1.88; 95% CI: 1.56–2.28), close friends (OR 2.53; 95% CI: 1.99–3.23), siblings (OR 2.44; 95% CI: 1.93–3.08), family/household (OR 1.55; 95% CI: 1.36–1.76), and adults (OR 1.34; 95% CI: 1.02–1.75) [17]. According to an analysis of 11 systematic reviews on smoking in youths, the most valuable predictors for smoking abstinence/cessation were smoking in the family/household, smoking among peers, and social acceptability of smoking [8]. Notably, the perceived prevalence of smoking was considered a predictor of insufficient/inconsistent significance. This indirectly supports our findings, given that smoking rates in the neighborhood determine the perceived prevalence of smoking to some extent. Similar to smoking, several systematic reviews have confirmed the impact of alcohol consumption by parents, peers, and friends [9, 18].

We found no studies assessing the influence of the prevalence of unhealthy behaviors in the neighborhood on individual smoking and alcohol consumption habits. Some studies, however, assess these relationships in larger areas (regions). For example, two reviews use the population-wide prevalence of smoking and alcohol consumption in the region as a predictor of individual smoking and alcohol consumption rates. The population-wide prevalence of alcohol consumption and abuse shows consistent associations with individual alcohol consumption rates. Three studies found that the

prevalence of alcohol consumption and abuse in adults was associated with the likelihood of alcohol consumption and abuse in children and youths.

Another review of seven studies that assessed individual risks of smoking based on regional characteristics revealed an association between the population-wide prevalence of smoking in the region and individual smoking habits [20]. Nine of 14 associations analyzed in these studies were significant; an increase in the population-wide prevalence of smoking increased individual risks of smoking, including in four studies in children and young adults.

Also of interest is a large Russian study in adolescents aged 15–17 years from rural areas of 17 regions. The study revealed that in regions with smoking rates above the Russian average, adolescents more frequently had smoking friends and started smoking earlier [21].

When interpreting the findings, it is important to consider that alcohol consumption rates in the neighborhood and personal network are associated with both individual alcohol consumption and individual smoking habits. Similarly, the prevalence of smoking in the personal network correlates with both individual smoking and individual alcohol consumption habits. Thus, the prevalence of unhealthy behaviors influences both smoking and alcohol consumption. We believe this is due to two factors. First, smoking and alcohol consumption are two types of addictive behavior that are synergistically linked in the general population. Smokers consume alcohol more frequently and in larger amounts than non-smokers, whereas those who drink alcohol smoke more frequently and actively [22, 23]. For example, data from China's National Health Commission for more than 0.5 million individuals indicate that smoking in adolescents is closely associated with alcohol consumption (OR 7.5; 95% CI: 6.9–8.1) [24]. Therefore, the neighborhood and personal network have a synergistic effect on smoking and alcohol consumption.

Second, it is evident that there is a correlation at both the outcome level (i.e., smoking and alcohol consumption rates in respondents) and the predictor level. To interpret the findings, we additionally assessed a correlation between smoking and alcohol consumption rates in the neighborhood and found a direct moderate correlation (correlation coefficient 0.61; $p < 0.001$). There is also a correlation between the number of

people who smoke and drink alcohol in the personal network (correlation coefficient 0.44; $p < 0.001$). Therefore, a high prevalence of smoking in the neighborhood/personal network is associated with a similarly high alcohol consumption rate. Generally, this indicates the influence of the environment as a whole, where unhealthy habits characterize different aspects of the same phenomenon, rather than the influence of smoking or alcohol consumption alone.

This study has several limitations, including the cross-sectional design, which prevents assessing the causal effect of the identified associations. At the neighborhood level, respondents with and without unhealthy habits may pay different attention to persons who smoke and drink alcohol, resulting in overestimation or underestimation. In turn, the prevalence of unhealthy behaviors in the personal network may be a consequence of smoking and/or alcohol consumption, rather than a cause.

Notably, the study sample consisted of vocational school and college students. Therefore, it did not include primary technical school students, high-school students, and employed young adults. This limits the extrapolation of study findings to the entire population of youths in Russia.

CONCLUSION

The prevalence of unhealthy behaviors in the personal network and alcohol consumption rates in the neighborhood are associated with the individual likelihood and rates of smoking and alcohol consumption among Russian students. Compared to personal sociodemographic characteristics (sex, age, family income, etc.), the neighborhood has a significant impact on smoking and alcohol consumption rates in youths. The personal network has even more significant influence, actually the highest among the analyzed predictors. Notably, socioeconomic, demographic, and other characteristics of regions included in the study can influence the assessed relationships, necessitating further analysis. The study findings are significant for public health in terms of identifying possible predictors of smoking and alcohol consumption in youths, which can be used for screening in high-risk populations, improving existing prevention strategies, or planning new targeted programs.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. S.A. Maksimov — research concept and design, writing the text, compilation of the list of literature, statistical data processing; M.B. Kotova — writing the text, editing; G.N. Tsagan-Mandzhieva — writing the text, editing; M.S. Kurakin — collection and processing of material; N.G. Kostina — collection and processing of material; V.N. Kolesnikov — collection and processing of material; V.V. Suvorov — collection and processing of material; S.V. Nesyna — collection and processing of material; M.A. Nikulina — collection and processing of material; V.A. Agayan — collection and processing of material; Y.S. Pinchuk — collection and processing of material. 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).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors confirm the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Patients' consent. Written consent was obtained from all the study participants before the study screening in according to the study protocol approved by the local ethic committee.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. С.А. Максимов — концепция и дизайн исследования, написание текста, составление списка литературы, статистическая обработка данных; М.Б. Котова — написание текста, редактирование; Г.Н. Цаган-Манджиева — написание текста, составление списка литературы; М.С. Куракин — сбор и обработка материала; Н.Г. Костина — сбор и обработка материала; В.Н. Колесников — сбор и обработка материала; В.В. Суворов — сбор и обработка материала; С.В. Несына — сбор и обработка материала; М.А. Никулина — сбор и обработка материала; В.А. Агаян — сбор и обработка материала; В.С. Пинчук — сбор и обработка материала. 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).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

Информированное согласие на участие в исследовании. Все участники до включения в исследование добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

REFERENCES | СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. GBD 2021 Risk Factors Collaborators. Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. 2024;403(10440):2162–2203. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00933-4
2. GBD 2021 Tobacco Forecasting Collaborators. Forecasting the effects of smoking prevalence scenarios on years of life lost and life expectancy from 2022 to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Public Health*. 2024;9(10):e729–744. doi: 10.1016/S2468-2667(24)00166-X
3. Manthey J, Shield KD, Rylett M, et al. Global alcohol exposure between 1990 and 2017 and forecasts until 2030: a modelling study. *Lancet*. 2019;393(10190):2493–2502. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32744-2
4. Drapkina OM, Maksimov SA, Shalnova SA, et al. Prevalence of smoking and its changes over time in Russia: data from the ESSE-RF study. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(8S):20–29. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3790 EDN: NLZAXM
5. Maksimov SA, Shalnova SA, Balanova YuA, et al. Alcohol consumption patterns in Russia according to the ESSE-RF study: is there a COVID-19 trace? *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(8S):30–43. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3786 EDN: XJKKMN
6. Bronfenbrenner U. Toward an experimental ecology of human development. *American Psychologist*. 1977;32(7):513–531. doi: 10.1037/0003-066X.32.7.513
7. Teo K, Chow CK, Vaz M, et al. The Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study: examining the impact of societal influences on chronic noncommunicable diseases in low-, middle-, and high-income countries. *American Heart Journal*. 2009;158(1):1–7.e1. doi: 10.1016/j.ahj.2009.04.019
8. Kundu A, Sultana N, Felsky D, et al. An overview of systematic reviews on predictors of smoking cessation among young people. *PLoS One*. 2024;19(3):e0299728. doi: 10.1371/journal.pone.0299728
9. Rossow I, Keating P, Felix L, McCambridge J. Does parental drinking influence children's drinking? A systematic review of prospective cohort studies. *Addiction*. 2016;111(2):204–217. doi: 10.1111/add.13097
10. Liu J, Zhao S, Chen X, et al. The influence of peer behavior as a function of social and cultural closeness: a meta-analysis of normative influence on adolescent smoking initiation and continuation. *Psychological Bulletin*. 2017;143(10):1082–1115. doi: 10.1037/bul0000113
11. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 1991;50(2):179–211. doi: 10.1016/0749-5978(91)90020-T
12. Ravis A, Sheeran P. Descriptive norms as an additional predictor in the theory of planned behaviour: a meta-analysis. *Current Psychology*. 2003;22:218–233. doi: 10.1007/s12144-003-1018-2
13. Spirin VF, Milushkina OYu, Eliseeva YuV. Socio-hygienic and behavioral trends touching upon the quality of life of adolescents. *Hygiene and Sanitation*. 2022;101(6):683–687. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-6-683-687
14. Melnikova IM, Dorovskaya NL, Dmitrieva AP, Mizernitskiy YL. Current medical and social aspects of tobacco and nicotine-containing products consumption in adolescents. *Perm Medical Journal*. 2022;39(3):90–101. doi: 10.17816/pmj39390-101
15. Odinokova VA. Impact of parents and peers on the frequency of alcohol consumption among adolescents. *Petersburg Sociology Today*. 2018;(10):169–185. doi: 10.25990/socinstras.pss-10.v6ca-1c18 EDN: YUKHZR
16. Kurakin MS, Maksimov SA, Kostina NG, Kotova MB. Individual and contextual conditions of behavioral risk factors' formation in students of food technology specialty. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2023;26(7):67–73. doi: 10.17116/profmed20232607167 EDN: OHRAON
17. East K, McNeill A, Thrasher JF., Hitchman SC. Social norms as a predictor of smoking uptake among youth: a systematic review, meta-analysis and meta-regression of prospective cohort studies. *Addiction*. 2021;116(11):2953–2967. doi: 10.1111/add.15427
18. Yap MBH, Cheong TWK, Zaravinos-Tsakos F, et al. Modifiable parenting factors associated with adolescent alcohol misuse: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Addiction*. 2017;112(7):1142–1162. doi: 10.1111/add.13785
19. Maksimov SA, Danilchenko YaV, Tsygankova DP, et al. Relationship between characteristics of large national regions and individual alcohol consumption: a scoping review. *Alcohol and Alcoholism*. 2023;58(3):225–234. doi: 10.1093/alcalc/agad023
20. Maksimov SA, Tsygankova DP, Danilchenko YaV, et al. Associations between characteristics of large national regions and individual smoking: a scoping review. *Russian Open Medical Journal*. 2024;13(2):e0204. doi: 10.15275/rusomj.2024.0204 EDN: ICEOJA
21. Skvortsova ES, Lushkina NP. Regional characteristics of the prevalence of smoking among the rural adolescent schoolchildren of the Russian Federation in 2016–2017. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2019;22(1):84–89. doi: 10.17116/profmed20192201184 EDN: IIBDHY
22. Adams S. Psychopharmacology of tobacco and alcohol comorbidity: a review of current evidence. *Current Addiction Reports*. 2017;4(1):25–34. doi: 10.1007/s40429-017-0129-z
23. Doskin VA, Sokolova MS, Shestakova VN. An analysis of health-risking behaviours in the adolescent environment. *Clinical Practice in Pediatrics*. 2012;7(3):30–32. EDN: PAWGKL
24. Wang M, Luo X, Xu S, et al. Trends in smoking prevalence and implication for chronic diseases in China: serial national cross-sectional surveys from 2003 to 2013. *Lancet Respiratory Medicine*. 2019;7(1):35–45. doi: 10.1016/S2213-2600(18)30432-6

AUTHORS' INFO

***Sergey A. Maksimov**, MD, Dr. Sci. (Medicine),
Assistant Professor;
address: 10 Petroverigsky aly, bldg 3, Moscow, Russia, 101100;
ORCID: 0000-0003-0545-2586;
eLibrary SPIN: 4362-1967;
e-mail: m1979sa@yandex.ru

Marina B. Kotova, Cand. Sci. (Psychology);
ORCID: 0000-0002-6370-9426;
eLibrary SPIN: 9581-1147;
e-mail: MKotova@gnicpm.ru

Galina N. Tsagan-Mandzhieva;
ORCID: 0000-0002-6370-0974;
e-mail: gtsaganmandzhieva@mail.ru

Mikhail S. Kurakin, Dr. Sci. (Engineering), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0002-2170-1821;
eLibrary SPIN: 7743-5130;
e-mail: kurakin1979@mail.ru

Natalia G. Kostina, Cand. Sci. (Engineering);
ORCID: 0000-0001-8917-7299;
eLibrary SPIN: 1741-9576;
e-mail: kurakin1979@mail.ru

Vadim N. Kolesnikov, Cand. Sci. (Psychology);
ORCID: 0000-0002-2852-8718;
eLibrary SPIN: 7703-6881;
e-mail: kolesnikov@petrsu.ru

Valeriy V. Suvorov, Cand. Sci. (History);
ORCID: 0000-0002-4181-9034;
eLibrary SPIN: 4757-5250;
e-mail: valeriy_s@inbox.ru

Svetlana V. Nesyna, Cand. Sci. (Psychology), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0001-6610-6391;
eLibrary SPIN: 7744-0216;
e-mail: nesyna@mail.ru

Marina A. Nikulina, Cand. Sci. (Philosophy), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0002-0689-7010;
eLibrary SPIN: 6552-0060;
e-mail: nikulina_marina@mail.ru

Violetta A. Agayan;
ORCID: 0009-0008-2024-3786;
eLibrary SPIN: 2737-3040;
e-mail: violetta94@mail.ru

Yuriy S. Pinchuk;
ORCID: 0009-0000-7158-6123;
eLibrary SPIN: 6416-6584;
e-mail: yrii07@bk.ru

Oksana M. Drapkina, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-4453-8430;
eLibrary SPIN: 4456-1297;
e-mail: odrapkina@gnicpm.ru

ОБ АВТОРАХ

***Максимов Сергей Алексеевич**, д-р мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 101100, Москва, Петроверигский пер., д. 10,
стр. 3;
ORCID: 0000-0003-0545-2586;
eLibrary SPIN: 4362-1967;
e-mail: m1979sa@yandex.ru

Котова Марина Борисовна, канд. психол. наук;
ORCID: 0000-0002-6370-9426;
eLibrary SPIN: 9581-1147;
e-mail: MKotova@gnicpm.ru

Цаган-Манджиева Галина Николаевна;
ORCID: 0000-0002-6370-0974;
e-mail: gtsaganmandzhieva@mail.ru

Куракин Михаил Сергеевич, д-р техн. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-2170-1821;
eLibrary SPIN: 7743-5130;
e-mail: kurakin1979@mail.ru

Костина Наталья Геннадьевна, канд. техн. наук;
ORCID: 0000-0001-8917-7299;
eLibrary SPIN: 1741-9576;
e-mail: kurakin1979@mail.ru

Колесников Вадим Николаевич, канд. психол. наук;
ORCID: 0000-0002-2852-8718;
eLibrary SPIN: 7703-6881;
e-mail: kolesnikov@petrsu.ru

Суворов Валерий Владимирович, канд. ист. наук;
ORCID: 0000-0002-4181-9034;
eLibrary SPIN: 4757-5250;
e-mail: valeriy_s@inbox.ru

Несына Светлана Вадимовна, канд. психол. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-6610-6391;
eLibrary SPIN: 7744-0216;
e-mail: nesyna@mail.ru

Никулина Марина Алексеевна, канд. филос. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-0689-7010;
eLibrary SPIN: 6552-0060;
e-mail: nikulina_marina@mail.ru

Агаян Виолетта Арсеновна;
ORCID: 0009-0008-2024-3786;
eLibrary SPIN: 2737-3040;
e-mail: violetta94@mail.ru

Пинчук Юрий Сергеевич;
ORCID: 0009-0000-7158-6123;
eLibrary SPIN: 6416-6584;
e-mail: yrii07@bk.ru

Драпкина Оксана Михайловна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-4453-8430;
eLibrary SPIN: 4456-1297;
e-mail: odrapkina@gnicpm.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643187>

Тенденции изменений физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия)

В.И. Попов¹, Н.А. Скоблина², О.Ф. Жуков³, Ю.И. Семёнов⁴¹ Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия;² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;³ Институт коррекционной педагогики Российской академии образования, Москва, Россия;⁴ Автономная некоммерческая организация гармоничного развития детей «Лаборатория детства» Республики Саха (Якутия), Якутск, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель исследования. Изучение тенденций физического развития дошкольников, проживающих в Республике Саха (Якутия).

Материалы и методы. В 2024 г. проведено изучение физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия). В основную группу вошли 126 мальчиков и 120 девочек. Для сравнения использовали данные о физическом развитии дошкольников Республики Саха (Якутия), полученные в 2002 г. В группу сравнения вошли 90 мальчиков и 79 девочек. Исследование соответствовало требованиям биомедицинской этики. Для обработки данных использовали пакет статистических программ Statistica 13 PL.

Результаты. В 2024 г. у мальчиков и девочек показатели длины тела плавно нарастают от пяти к шести годам, мальчики превосходят девочек, что соответствует закономерностям роста и развития. Во всех возрастно-половых группах дошкольников в 2024 г. наблюдается тенденция к увеличению средних значений показателей длины тела, массы и функциональных показателей — мышечной силы и жизненной ёмкости лёгких по сравнению с 2002 г.

Заключение. У дошкольников Республики Саха (Якутия) наблюдается тенденция к увеличению длины тела, массы тела и ускорению сроков биологического созревания, а также изменяются функциональные показатели, что может свидетельствовать о проявлениях процесса акселерации в регионе.

Ключевые слова: физическое развитие; дети; многолетняя динамика; акселерация.

Как цитировать:

Попов В.И., Скоблина Н.А., Жуков О.Ф., Семёнов Ю.И. Тенденции изменений физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия) // Экология человека. 2024. Т. 31, № 7. С. 553–559. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643187>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643187>

Trends in the physical development of preschool children in the Sakha Republic (Yakutia)

Valery I. Popov¹, Natalia A. Skoblina², Oleg F. Zhukov³, Yuri I. Semenov⁴

¹ Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia;

² Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

³ Institute of Special Education of Russian Academy of Education, Moscow, Russia;

⁴ Autonomous Non-profit Organization for the Harmonious development of Children "Laboratory of Childhood" of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

ABSTRACT

AIM: To study the trends in the physical development of preschool children living in the Sakha Republic (Yakutia).

MATERIALS AND METHODS: A study of the physical development of preschool children in the Sakha Republic (Yakutia) was conducted in 2024. The main group consisted of 126 boys and 120 girls. For comparison, data on the physical development of preschool children in the Sakha Republic (Yakutia) from 2002 were used. The comparison group included 90 boys and 79 girls. The study complied with biomedical ethics requirements. Data were processed using the Statistica 13 PL statistical software package.

RESULTS: In 2024, the body length of boys and girls increased gradually from ages five to six, with boys surpassing girls, which corresponds to the general growth and development patterns. In all age and sex groups of preschool children in 2024, there was a trend toward an increase in the mean values of body length, body mass, and functional indicators—muscle strength and vital lung capacity—compared to 2002.

CONCLUSION: In preschool children of the Sakha Republic (Yakutia), there is a trend toward increased body length with increased body mass and accelerated biological maturation, as well as favorable changes in functional indicators, which may suggest signs of acceleration in the region.

Keywords: physical development; children; long-term dynamics; acceleration.

To cite this article:

Popov VI, Skoblina NA, Zhukov OF, Semenov Yul. Trends in the physical development of preschool children in the Sakha Republic (Yakutia). *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):553–559. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643187>

Received: 18.12.2024

Accepted: 28.01.2025

Published online: 04.02.2025

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643187>

萨哈共和国（雅库特）学龄前儿童身体发育变化趋势

Valery I. Popov¹, Natalia A. Skoblina², Oleg F. Zhukov³, Yuri I. Semenov⁴¹ Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia;² Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;³ Institute of Special Education of Russian Academy of Education, Moscow, Russia;⁴ Autonomous Non-profit Organization for the Harmonious development of Children "Laboratory of Childhood" of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

摘要

研究目的。研究萨哈共和国（雅库特）（Republic of Sakha, Yakutia）学龄前儿童身体发育的变化趋势。

材料与方法。2024年，研究了萨哈共和国（雅库特）学龄前儿童的身体发育情况。主要研究对象包括126名男孩和120名女孩。为了进行对比，使用了2002年萨哈共和国（雅库特）学龄前儿童的身体发育数据，比较组包括90名男孩和79名女孩。研究符合生物医学伦理要求。数据处理使用Statistica 13 PL统计软件。

结果。2024年，男孩和女孩的身高在5至6岁期间呈平滑增长趋势，男孩的身高超过女孩，这符合生长发育的规律。在2024年的所有年龄和性别组中，学龄前儿童的身高、体重以及功能性指标（如肌肉力量和肺活量）均较2002年有所提高。

结论。萨哈共和国（雅库特）学龄前儿童身高、体重增长以及生物学成熟加速的趋势，结合功能性指标的改善，可能表明该地区出现加速现象。

关键词：身体发育；儿童；多年动态；加速现象。

引用本文：

Popov VI, Skoblina NA, Zhukov OF, Semenov Yul. 萨哈共和国（雅库特）学龄前儿童身体发育变化趋势. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(7):553–559. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco643187>

收到: 18.12.2024

接受: 28.01.2025

发布日期: 04.02.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Эволюция человека в современных условиях требует осмысления с точки зрения биологии, экологии, физиологии и других направлений [1].

В связи с этим не теряет актуальности вопрос изучения активности процессов «акселерации–децелерации» и изменений тотальных размеров тела в различных популяциях, в том числе детской [2, 3].

Эпохальные морфологические и функциональные изменения организма ребёнка являются вариантом адаптации к постоянно меняющимся природно-климатическим и социально-экономическим условиям. В многолетней динамике на численно значимом материале показано, что одним из основных проявлений эпохальной изменчивости организма человека начала XXI в. является акселерация [4, 5].

Представляют интерес изменения физического развития детей в многолетней динамике в отдельных регионах России, в частности, в Республике Саха (Якутия), имеющей особые климатогеографические и другие условия. Такие исследования уже проводились в начале 2000-х гг., что позволяет сделать вывод о межпоколенческих различиях, обусловленных социально-экономическими преобразованиями в государстве, изменением уровня жизни населения и другими факторами [6–8].

Цель исследования. Изучение тенденций физического развития дошкольников, проживающих в Республике Саха (Якутия).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2024 г. проведено изучение физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия). В основную группу вошли 126 мальчиков и 120 девочек. Для сравнения использовали данные физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия), полученные нами в 2002 г. В группу сравнения вошли 90 мальчиков и 79 девочек (табл. 1).

Использовали стандартную антропометрическую методику и стандартный поверенный антропометрический инструментарий, позволяющие изучить соматометрические, соматоскопические и физиометрические показатели с помощью стандартной статистической обработки [9].

Проведённое исследование одобрено локальным этическим комитетом РНИМУ им. Н.И. Пирогова (протокол № 239 от 15.04.2024). Исследование соответствовало требованиям биомедицинской этики и положениям Хельсинкской декларации.

Критерии включения в исследование: дошкольники, посещающие дошкольные образовательные организации (ДОО) Республики Саха (Якутия), наличие добровольного информированного согласия, подписанного законными представителями, корректно проведённое антропометрическое исследование. Критерии исключения: другая возрастная группа, принадлежность к мигрантному населению, отсутствие добровольного информированного согласия, отсутствие корректно проведённого антропометрического исследования, 3–5-я группы здоровья.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ Microsoft Office Excel и Statistica 13.0 (StatSoft, США). Оценивали соответствие данных закону нормального распределения вариационных рядов по критериям Колмогорова–Смирнова, Лиллиефорса, Шапиро–Уилка, показатели имели нормальное распределение. Применяли методы параметрической статистики с использованием выборочного среднего (M), ошибки среднего (m) и выборочного стандартного отклонения (σ). Для оценки достоверности различий средних величин использовали t -критерий Стьюдента ($p \leq 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В динамике изучено физическое развитие дошкольников, посещающих ДОО Республики Саха (Якутия), за период более чем 20 лет.

В 2024 г. у мальчиков и девочек показатели длины тела плавно нарастают от пяти к шести годам, мальчики превосходят девочек, что соответствует закономерностям роста и развития. Во всех возрастно-половых группах дошкольников в 2024 г. наблюдается тенденция к увеличению средних значений показателей длины тела по сравнению с 2002 г. Разница средних значений показателей длины тела 5-летних мальчиков составляет $105,40 \pm 1,20$ см и $108,89 \pm 1,30$ см соответственно (3,49 см, t -критерий Стьюдента: 1,97, $p=0,051746$), 6-летних мальчиков — $112,05 \pm 1,20$ см и $113,76 \pm 1,30$ см соответственно

Таблица 1. Распределение осмотренных дошкольников, посещающих дошкольные образовательные организации Республики Саха (Якутия), по полу и возрасту, n

Table 1. Distribution of examined preschoolers attending preschool educational institutions in the Republic of Sakha (Yakutia) by gender and age, n

Пол Gender	2024 г. (основная группа) 2024 (main group)		Всего Total	2002 г. (группа сравнения) 2002 (comparison group)		Всего Total
	5 лет 5 years	6 лет 6 years		5 лет 5 years	6 лет 6 years	
Мальчики Boys	74	52	126	35	55	90
Девочки Girls	58	62	120	37	42	79
Всего Total	132	114	246	72	97	169

(0,97 см, t -критерий Стьюдента: 0,66, $p=0,336012$). Разница средних значений показателей длины тела 5-летних девочек составляет $106,84 \pm 1,30$ см и $107,04 \pm 1,30$ см соответственно (0,21 см, t -критерий Стьюдента: 0,12, $p=0,905773$), 6-летних девочек — $111,25 \pm 1,20$ см и $114,81 \pm 1,30$ см соответственно (3,58 см, t -критерий Стьюдента: 2,02, $p=0,045659$).

В 2024 г. у мальчиков и девочек показатели массы тела нарастают от пяти к шести годам, мальчики превосходят девочек, что соответствует закономерностям роста и развития. Во всех возрастно-половых группах дошкольников в 2024 г. наблюдается тенденция к увеличению средних значений показателей массы тела по сравнению с 2002 г. Разница средних значений показателей массы тела 5-летних мальчиков составила $17,90 \pm 0,80$ кг и $22,23 \pm 0,70$ кг соответственно (4,33 кг, t -критерий Стьюдента: 4,07, $p=0,000103$), показатели 6-летних мальчиков — $22,44 \pm 0,80$ кг и $22,60 \pm 0,70$ кг. Показатели массы тела у 5-летних девочек составили $17,84 \pm 0,85$ кг и $17,95 \pm 0,70$ кг, у 6-летних девочек — $19,58 \pm 0,80$ кг и $21,29 \pm 0,70$ кг соответственно (1,71 кг, t -критерий Стьюдента: 1,61, $p=0,110818$).

В 2024 г. у мальчиков и девочек показатели окружности грудной клетки нарастают от пяти к шести годам, мальчики превосходят девочек, что соответствует закономерностям роста и развития. Разница средних значений показателей окружности грудной клетки 5-летних мальчиков составляет $55,71 \pm 1,00$ см и $56,74 \pm 0,90$ см соответственно (1,03 см, t -критерий Стьюдента: 0,77, $p=0,446015$), 6-летних мальчиков — $57,33 \pm 1,00$ см и $58,21 \pm 0,90$ см соответственно (0,88 см, t -критерий Стьюдента: 0,65, $p=0,514492$). Разница средних значений показателей окружности грудной клетки 5-летних девочек составляет $54,89 \pm 1,05$ см и $53,67 \pm 0,90$ см соответственно (–1,21 см, t -критерий Стьюдента: 0,90, $p=0,370795$), 6-летних девочек — $56,35 \pm 1,00$ см и $55,81 \pm 0,90$ см соответственно (–0,54 см, t -критерий Стьюдента: 0,40, $p=0,688989$).

Для характеристики сроков биологического созревания рассмотрели такой соматоскопический показатель, как число постоянных зубов.

Разница средних значений показателей прорезывания постоянных зубов 5-летних мальчиков составляет $1,20 \pm 1,00$ шт. и $5,06 \pm 1,00$ шт. соответственно (t -критерий Стьюдента: 2,73, $p=0,007693$), 6-летних мальчиков — $2,19 \pm 1,00$ шт. и $5,33 \pm 1,00$ шт. соответственно (t -критерий Стьюдента: 2,22, $p=0,028567$). Разница средних значений показателей прорезывания постоянных зубов 5-летних девочек составляет $2,00 \pm 1,00$ шт. и $3,80 \pm 1,00$ шт. соответственно (t -критерий Стьюдента: 1,27, $p=0,206299$), 6-летних девочек — $3,10 \pm 1,00$ шт. и $6,81 \pm 1,00$ шт. соответственно (t -критерий Стьюдента: 2,62, $p=0,010056$).

Во всех возрастно-половых группах дошкольников в 2024 г. наблюдается тенденция к увеличению средних значений функциональных (физиометрических) показателей — мышечной силы и жизненной ёмкости лёгких.

Разница средних значений показателей мышечной силы 5-летних мальчиков составляет $1,50 \pm 1,00$ кг и $4,73 \pm 1,00$ кг соответственно (3,23 кг, t -критерий Стьюдента: 2,28, $p=0,024809$), 6-летних мальчиков — $3,80 \pm 1,00$ кг и $4,97 \pm 1,00$ кг соответственно (1,17 кг, t -критерий Стьюдента: 0,83, $p=0,409953$). Разница средних значений показателей мышечной силы 5-летних девочек составляет $2,00 \pm 1,20$ кг и $4,53 \pm 1,00$ кг соответственно (2,51 кг, t -критерий Стьюдента: 1,77, $p=0,079232$), 6-летних девочек — $3,10 \pm 1,00$ кг и $5,08 \pm 1,00$ кг соответственно (1,40 кг, t -критерий Стьюдента: 2,02, $p=0,164556$).

Разница средних значений показателей жизненной ёмкости лёгких 5-летних мальчиков составляет $0,58 \pm 0,30$ л и $1,06 \pm 0,20$ л соответственно (0,48 л, t -критерий Стьюдента: 1,33, $p=0,186615$), 6-летних мальчиков — $0,90 \pm 0,20$ л и $1,11 \pm 0,20$ л соответственно (0,21 л, t -критерий Стьюдента: 0,58, $p=0,561534$). Разница средних значений показателей жизненной ёмкости лёгких 5-летних девочек составляет $0,53 \pm 0,30$ л и $1,05 \pm 0,25$ л соответственно (0,55 л, t -критерий Стьюдента: 1,44, $p=0,152636$), 6-летних девочек — $0,80 \pm 0,30$ л и $1,06 \pm 0,20$ л соответственно (0,26 л, t -критерий Стьюдента: 0,64, $p=0,524979$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеются публикации, посвящённые изучению физического развития дошкольников Республики Саха (Якутия). Однако они не оценивают изменения показателей физического развития в многолетней динамике [10, 11], что позволяет установить не только эпохальные тенденции, но и выявить влияние тех или иных факторов и установить региональные особенности [3, 12, 13].

Многолетние исследования также позволяют сделать вывод о необходимости пересмотра региональных нормативов для оценки физического развития детей и подростков, в частности, показателей, характеризующих биологическое созревание [14–16].

Наличие региональных нормативов необходимо для наблюдения за нормальным протеканием процессов роста и развития дошкольников, поскольку известно, что поступление ребёнка в дошкольное учреждение, изменение привычной среды, режима дня и питания могут приводить к перенапряжению и срыву адаптационной системы организма [16]. Успешность обучения ребёнка в школе во многом зависит от его биологической зрелости, физического, интеллектуального и психологического развития, которое во многом связано с условиями и организацией образовательного процесса в ДОО [17].

В нашем исследовании показано, что в меняющихся в указанный период социально-экономических условиях у дошкольников Республики Саха (Якутия) имеются тенденции к увеличению тотальных размеров тела, отмечено увеличение числа постоянных зубов, то есть ускорение сроков их прорезывания. Полученные данные свидетельствуют в пользу активности процесса акселерации в регионе.

В литературе имеются данные, показывающие, что развитие двигательных качеств имеет значительные различия в динамике силовых способностей между детьми из разных регионов, которые определяются комплексом факторов, в том числе этнотерриториальными [18].

В проведённых ранее в других регионах России исследованиях выявлена тенденция к снижению функциональных показателей у детей и подростков, которая наблюдается с начала 2000-х гг. Исследователи связывают это с влиянием комплекса факторов, таких как снижение двигательной активности, чрезмерное использование гаджетов и т.д. [19, 20].

Однако в нашем исследовании снижения функциональных показателей у дошкольников Республики Саха (Якутия) не выявлено, что можно расценивать как благоприятную тенденцию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У дошкольников Республики Саха (Якутия) наблюдается тенденция к увеличению длины тела, массы тела и ускорению сроков биологического созревания, а также изменяются функциональные показатели, что может свидетельствовать о проявлениях процесса акселерации в регионе.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. В.И. Попов — научное руководство, анализ и интерпретация данных; Н.А. Скоблина — концепция и дизайн исследования,

написание текста, редактирование; О.Ф. Жуков, Ю.И. Семёнов — сбор данных, статистическая обработка данных, написание текста; все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи. 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).

Информированное согласие на участие в исследовании. Все участники до включения в исследование добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. V.I. Popov — scientific guidance, data analysis and interpretation; N.A. Skobolina — research concept and design, text writing, editing; O.F. Zhukov, Yu.I. Semenov — data collection, statistical data processing, text writing; all co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article. 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).

Patients' consent. Written consent was obtained from all the study participants before the study screening in according to the study protocol approved by the local ethic committee.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors confirm the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Petrova EV. Homo informaticus: biological and socioanthropotechnical evolution. *Humanitarian Vector*. 2022;17(2):25–34. doi: 10.21209/1996-7853-2022-17-2-25-34 EDN: LVBNNND
- Lebedeva LS, Kucheroва YuA, Godina EZ. Cartographic method for studying secular trend in male stature in Russia and neighboring countries in the 19–20th centuries. *Lomonosov Journal of Anthropology (Moscow University Anthropology Bulletin)*. 2022;(1):41–53. doi: 10.32521/2074-8132.2022.1.041-053 EDN: RIWYZY
- Popov VI, Ushakov IB, Levushkin SP, et al. Long-term dynamics of the physical development of children in Russia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2022;29(2):119–128. doi: 10.17816/humeco96734 EDN: LEWQYC
- Safonenkova EV. Secular trend and development prospects (literature review). *Journal of New Medical Technologies, Edition*. 2022;16(3):83–90. doi: 10.24412/2075-4094-2022-3-3-4 EDN: URHUXG
- Saldan IP, Filippova SP, Zhukova OV, et al. Current trends in changes of physical development indicators of children and adolescents. *Bulleten Medicinskoy Nauki*. 2019;(1):14–20. doi: 10.31684/2541-8475.2019.1(13).14-20 EDN: KCYDDW
- Egorova GA, Kuchma VR, Skobolina NA, Timofeev VN. Factors affecting the physical development of children living in Vilyuysky Ulus of the Republic of Sakha (Yakutia). *RUDN Journal of Medicine*. 2005;(2):85–91. (In Russ.) EDN: NYAIIID
- Everstova AV, Petrova PG, Egorova GA. Physical development of Yakut preschool-age children living in rural area of the RS (Y). *Yakut Medical Journal*. 2006;(2):20–23. EDN: KGLEGR
- Burtseva TE. Physical development of RS (Y) children: age and ethnic features. *Yakut Medical Journal*. 2010;(2):5–6. EDN: OYPEWZ
- Baranov AA, Kuchma VR, Sukhareva LM, et al. *Universal assessment of the physical development of younger schoolchildren*. Moscow: NCSD of the Russian Academy of Medical Sciences; 2010. 34 p. (In Russ.) EDN: XUSPVB
- Marinova LG, Markova SV, Zakharova NM, et al. Physical development of preschool children of municipal districts of the republic of Sakha (Yakutia). *Yakut Medical Journal*. 2023;3(3):58–61. doi: 10.25789/YMJ.2023.83.14 EDN: FXTONA
- Marinova LG, Markova SV, Egorova VB, et al. Physical development of preschool children in the city of Yakutsk, republic of Sakha (Yakutia). *Treatment and Prevention*. 2024;14(1):21–27. EDN: PJFNMY
- Kuchma VR, Skobolina NA, Milushkina OYu, Bokareva NA. Comparative analysis of physical and biological development of schoolchildren in Moscow. *Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2012;91(4):47–52. EDN: PTUMXP
- Pavlovskaja VS, Kalishev MG, Rogova SI. Long-term dynamics of changes of anthropometrical indices of school students. *Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2020;99(3):286–290. doi: 10.33029/0016-9900-2020-99-3-286-290 EDN: BRGTFT
- Yatsenko AK, Pervov YuYu, Trankovskaya LV. Regional features dentition in preschool and primary school age in Vladivostok. *Russian Journal of Dentistry*. 2017;21(1):45–49. doi: 10.18821/1728-28022017;21(1)45-49 EDN: YHTGNP

15. Yatsenko AK, Pervov YuYu, Trankovskaya LV, Kutuzova NV. Influence of biological factors on secondary dentition in children aged 3–11 years in Vladivostok. *Medical Newsletter of Vyatka*. 2019;(2):22–26. EDN: CQACOP
16. Popov VI. Hygienic characteristics of approaches, characterizing the age features and health indicators of children, adolescents and youth. *Health Care of the Russian Federation*. 2019;63(4):199–204. doi: 10.18821/0044-197X-2019-63-4-199-204 EDN: CBQIZO
17. Marfusalova VP, Sakerdonova AS. A study of the readiness of children of small indigenous peoples of the North to study at school (based on the material of the Republic of Sakha (Yakutia)). *European Social Science Journal*. 2018;(10):331–336. EDN: DHVKOH
18. Levushkin SP, Sonkin VD, Platonova RI. Schoolchildren's physical development rating cross-regional analysis in different regions of the Russian Federation. *Fizicheskaya Kultura: Vospitanie, Obrazovanie, Trenirovka*. 2018;(6):22–24. EDN: YMRBLN
19. Berezina NO, Nikitina MA, Khramtsov PI. Characteristics of functional capacities in present-day preschool children. *Russian Pediatric Journal*. 2011;(3):39–42. EDN: NXBJUN
20. Gerasimova AA, Krivolapchuk LI, Chernova MB. Alue of digital load and features of the functional state of preschoolers with high and low physical activity. *Uchenye Zapiski Universiteta Imeni P.F. Lesgafta*. 2021;(10):86–93. doi: 10.34835/issn.2308-1961.2021.10.p86-93 EDN: IYABSJ

ОБ АВТОРАХ

***Скоблина Наталья Александровна**, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-7348-9984;
eLibrary SPIN: 4269-6361;
e-mail: skoblina_dom@mail.ru

Попов Валерий Иванович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-5386-9082;
eLibrary SPIN: 8896-9019;
e-mail: 9038504004@mail.ru

Жуков Олег Фёдорович, канд. пед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-5879-2387;
eLibrary SPIN: 8847-5922;
e-mail: ofzhukov@mail.ru

Семёнов Юрий Иванович;
ORCID: 0000-0002-8766-3936;
eLibrary SPIN: 2911-1365;
e-mail: yra_semen1109@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Natalia A. Skoblina**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-7348-9984;
eLibrary SPIN: 4269-6361;
e-mail: skoblina_dom@mail.ru

Valery I. Popov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-5386-9082;
eLibrary SPIN: 8896-9019;
e-mail: 9038504004@mail.ru

Oleg F. Zhukov, Cand. Sci., Associate Professor;
ORCID: 0000-0001-5879-2387;
eLibrary SPIN: 8847-5922;
e-mail: ofzhukov@mail.ru

Yuri I. Semenov;
ORCID: 0000-0002-8766-3936;
eLibrary SPIN: 2911-1365;
e-mail: yra_semen1109@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author