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

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

EKOLOGIYA CHELOVEKA (HUMAN ECOLOGY)

Volume 31, Issue 9, 2024

9

Том 31

2024

ЭКО • ВЕКТОР

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: 163000, 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
Вёрстка: О.В. Устинкова
Сдано в набор 11.02.2025.
Подписано в печать 08.04.2025.
Выход в свет 22.04.2025
Формат 60 × 88⅛. Печать офсетная.
Заказ 5-4764-lv. Цена свободная.
Усл. печ. л. 7,9.
Тираж 300 экз.
Отпечатано в ООО «Типография Экспресс В2В» 191180, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 104, лит. А, пом. 3Н, оф. 1.
Тел.: +7 (812) 646 33 77

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

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

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ:
Тел.: +7 (968) 545 78 20
E-mail: adv2@eco-vector.com

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

16+

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

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Ежемесячный научный рецензируемый журнал

Том 31 • № 9 • 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: 0000-0001-8936-7324

Заместители главного редактора

Гудков Андрей Борисович, д-р мед. наук, профессор (Архангельск, Россия)
ORCID: 0000-0001-5923-0941

Ушаков Игорь Борисович, д-р мед. наук, профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-0270-8622

Научный редактор

Марьяндышев Андрей Олегович, д-р мед.наук, профессор (Архангельск, Россия)
ORCID: 0000-0002-8485-5625

Ответственный секретарь

Постоев Виталий Александрович, канд. мед. наук (Архангельск, Россия)
ORCID: 0000-0003-4982-4169

ЭКО • ВЕКТОР

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Баранов Александр Васильевич, д.м.н.
(Сыктывкар, Россия)
ORCID: 0000-0002-3543-1738

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

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

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

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

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

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

Ичитовкина Елена Геннадьевна, д.м.н.,
доцент (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0001-8876-669X

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

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

Мордовский Эдгар Артурович, д.м.н.,
доцент (Архангельск, Россия)
ORCID: 0000-0002-2346-9763

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 163000, Russia
E-mail: he-office@eco-vector.com
Phone: +7 (818) 2206563

PUBLICATION ETHICS
Journal's ethic policies are based on:
– ICMJE
– COPE
– ORE
– CSE
– EASE

OPEN ACCESS:
Immediate Open Access is mandatory for all published articles

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

TYPESET:
compleated 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

ADVERTISMENT 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 cheloveka (Human Ecology).
2024;31(9).

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

EKOLOGIYA CHELOVEKA (HUMAN ECOLOGY)

Monthly peer-reviewed journal

Volume 31 • Issue 9 • 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: 0000-0001-8936-7324

Deputy Editor-in-Chief

Andrey B. Gudkov, MD, Dr. Sci. (Med), Professor (Arkhangelsk, Russia)
ORCID: 0000-0001-5923-0941

Igor B. Ushakov, MD, Dr. Sci. (Med), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-0270-8622

Science editor

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

Executive editor

Vitaly A. Postoev, MD, Cand. Sci. (Med) (Arkhangelsk, Russia)
ORCID: 0000-0003-4982-4169

EDITORIAL COUNCIL

Alexander V. Baranov,
MD, Dr. Sci. (Med), (Syktyvkar, Russia)
ORCID: 0000-0002-3543-1738

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

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

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

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

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

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

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

Elena G. Ichitovkina, MD, Dr. Sci. (Med),
Associate Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-8876-669X

Rhonda Johnson, Professor (USA)
ORCID: 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

Edgar A. Mordovsky, MD, Dr. Sci. (Med),
Associate Professor (Arkhangelsk, Russia)
ORCID: 0000-0002-2346-9763

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Обзоры

А.В. Васильева, Т.А. Караваева, Д.С. Радионов, Д.А. Старунская, А.Е. Андрианова
Ментальная экология в эпоху социальных вызовов: фокус на коморбидность депрессивных и тревожных расстройств 635

Оригинальные исследования

И.В. Аверьянова
Показатели вариабельности сердечного ритма у мужчин-северян в зависимости от коэффициента атерогенности 647

Ю.Р. Зарипова, Д.Д. Варламова, Н.Н. Кораблева
Предпочтения родителей при организации сна младенцев в Республике Карелия 657

Т.К. Федотова, А.К. Горбачева, Е.Ю. Пермякова
Городская экология сквозь призму эпидемии ожирения и темпов соматического роста 666

А.Н. Вараксин, Ю.В. Шалаумова, Т.А. Маслакова
Применение логистической регрессии в эпидемиологии: первичные данные, стратификация и скользящее среднее 678

О.Н. Рагозин, И.В. Радыш, Л. Мутэло, Е.Ю. Шаламова, А.Б. Гудков, Э.Р. Рагозина, И.А. Погонышева
Сезонные вариации парциальной плотности кислорода в различных климатических поясах 692

CONTENTS

Reviews

Anna V. Vasileva, Tatiana A. Karavaeva, Dmitriy S. Radionov, Diana A. Starunskaya, Alexsandra E. Andrianova
Mental ecology in the social challenges' age: focus on the depressive and anxiety disorders' comorbidity 635

Original Study Articles

Inessa V. Averyanova
The relation between heart rate variability and the atherogenicity coefficient in northern men 647

Yuliya R. Zaripova, Darina D. Varlamova, Natalya N. Korableva
Parents' preferences in organizing babies' sleep in the Republic of Karelia 657

Tatiana K. Fedotova, Anna K. Gorbachyova, Ekaterina Yu. Permiakova
Urban ecology through the prism of the obesity epidemic and the tempo of somatic growth 666

Anatoly N. Varaksin, Yulia V. Shalaumova, Tatiana A. Maslakova
Application of logistic regression in epidemiology: primary data, stratification and moving average 678

Oleg N. Ragozin, Ivan V. Radysh, Livhuwani Muthelo, Elena Yu. Shalamova,

Andrei B. Gudkov, Elina R. Ragozina, Irina A. Pogonysheva
The contribution of weather factors to seasonal variations in oxygen partial density in different climatic zones 692

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642908 EDN: FNULXK

Ментальная экология в эпоху социальных вызовов: фокус на коморбидность депрессивных и тревожных расстройств

А.В. Васильева[1, 2], Т.А. Караваева[1, 3–5], Д.С. Радионов[1], Д.А. Старунская[1], А.Е. Андрианова[1]

[1] Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Россия;
[2] Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;
[3] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;
[4] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;
[5] Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Данный обзор представляет систематизацию сведений о клинических характеристиках коморбидности депрессивных и тревожных расстройств, включая стресс-ассоциированные расстройства, в рамках парадигмы ментальной экологии. В нём исследуются ключевые вопросы этиопатогенетических моделей и способы оптимизации персонализированной терапии этой категории пациентов, направленные на уменьшение медико-социальных рисков и укрепление ментального здоровья в условиях современных социальных вызовов. Методической основой для работы стали материалы Всемирной организации здравоохранения и открытые источники баз данных Scopus и Web of Science по проблемам коморбидности депрессии и тревожных расстройств. Проанализировали исследования с количественными данными, включая систематические обзоры и метаанализы. С учётом роста научной активности рассматривали как опубликованные статьи, так и препринты на русском и английском языках. Поиск осуществляли по комбинациям ключевых слов и контрольному словарному запросу, охватывающим термины «ментальная экология», «коморбидность», «депрессия», «тревожные расстройства», «стресс», «посттравматическое стрессовое расстройство», «персонализированное лечение». Для оценки медико-социальных рисков также осуществляли поиск материалов по вопросам алкогольной зависимости и злоупотребления алкоголем — распространённым проблемам среди данной группы пациентов.

Ключевые слова: ментальная экология; коморбидность; депрессия; тревожные расстройства; стресс; посттравматическое стрессовое расстройство; алкогольная зависимость; злоупотребление алкоголем; персонализированное лечение; стабилизация ремиссии.

Как цитировать:
Васильева А.В., Караваева Т.А., Радионов Д.С., Старунская Д.А., Андрианова А.Е. Ментальная экология в эпоху социальных вызовов: фокус на коморбидность депрессивных и тревожных расстройств // Экология человека. 2024. Т. 31, № 9. С. 635–646. DOI: 10.17816/humeco642908 EDN: FNULXK

Рукопись поступила: 13.12.2024 **Рукопись одобрена:** 13.02.2025 **Опубликована online:** 23.03.2025

ЭКО • ВЕКТОР
Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642908 EDN: FNULXK

Mental ecology in the social challenges' age: focus on the depressive and anxiety disorders' comorbidity

Anna V. Vasileva[1, 2], Tatiana A. Karavaeva[1, 3–5], Dmitriy S. Radionov[1], Diana A. Starunskaya[1], Alexsandra E. Andrianova[1]

[1] National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology named after V.M. Bekhterev, Saint Petersburg, Russia;
[2] North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;
[3] Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia;
[4] Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;
[5] N.N. Petrov National Medical Research Centre of Oncology, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

This review presents a systematization of information on the clinical characteristics of comorbidity of depressive and anxiety disorders, including stress-associated disorders, taking into the framework of mental ecology's paradigm. It explores the key issues of etiopathogenetic models and ways to optimize personalized therapy for this category of patients, aimed at reducing medical and social risks and strengthening mental health in the face of modern social challenges. The methodological basis for the work was the materials of the World Health Organization (WHO) and the open sources of the Scopus and Web of Science databases on the problems of comorbidity, depression and anxiety disorders. The analysis included studies with quantitative data, including systematic reviews and meta-analyses. Taking into account the growth of scientific activity, an analysis of both published articles and preprints in Russian and English was carried out. The search was carried out using combinations of keywords and a control vocabulary query covering the terms: mental ecology, comorbidity, depression, anxiety disorders, stress, post-traumatic stress disorder, personalized treatment. To assess the medical and social risks, a search was also carried out on alcohol dependence and alcohol abuse, a common problem among this group of patients.

Keywords: mental ecology; comorbidity; depression; anxiety disorders; stress; post-traumatic stress disorder; alcohol dependence; alcohol abuse; personalized treatment; remission stabilization.

To cite this article:
Vasileva AV, Karavaeva TA, Radionov DS, Starunskaya DA, Andrianova AE. Mental ecology in the social challenges' age: focus on the depressive and anxiety disorders' comorbidity. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):635–646. DOI: 10.17816/humeco642908 EDN: FNULXK

Submitted: 13.12.2024 **Accepted:** 13.02.2025 **Published online:** 23.03.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642908 EDN: FNULXK

社会挑战时代的精神生态学：聚焦抑郁症和焦虑症的并发症

Anna V. Vasileva[1, 2], Tatiana A. Karavaeva[1, 3–5], Dmitriy S. Radionov[1], Diana A. Starunskaya[1], Alexsandra E. Andrianova[1]

[1] National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology named after V.M. Bekhterev, Saint Petersburg, Russia;
[2] North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;
[3] Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia;
[4] Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;
[5] N.N. Petrov National Medical Research Centre of Oncology, Saint Petersburg, Russia

摘要

本综述是在精神生态学范式下，对抑郁症和焦虑症的合并症，包括压力相关障碍，这些症状的临床特征信息的系统整理。文中研究的是病因病理学模型的关键问题，以及这类患者优化个性化治疗的方法，针对在现代社会挑战条件下，减少医疗社会风险，加强心理健康。本研究的方法论基础是世界卫生组织的资料，以及Scopus和Web of Science数据库中有关抑郁症和焦虑症的并发症问题的公开资料。分析了包含系统综述和荟萃分析的定量研究数据。鉴于科学活动的增长，此文不仅作为发表文章，而且翻译为俄文和英文。搜索使用了关键词组合和检索词汇查询，涵盖“精神生态学”、“并发症”、“抑郁症”、“焦虑症”、“压力”、“创伤后应激障碍”和 “个性化治疗”等术语。为了评估医疗和社会风险，对酒精依赖和酗酒问题的资料进行了搜索，这些都是这类患者的常见问题。

关键词： 精神生态学；并发症；抑郁症；焦虑症；压力；创伤后应激障碍；酒精依赖；酒精滥用；个性化治疗；缓解稳定。

引用本文:
Vasileva AV, Karavaeva TA, Radionov DS, Starunskaya DA, Andrianova AE. 社会挑战时代的精神生态学：聚焦抑郁症和焦虑症的并发症. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):635–646. DOI: 10.17816/humeco642908 EDN: FNULXK

收到 13.12.2024 **接受:** 13.02.2025 **发布日期:** 23.03.2025

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

Согласно социально-экологической модели психического здоровья U. Bronfenbrenner [1], степень психологического благополучия (ментальная экология) и величина риска развития психических нарушений зависят от динамических взаимоотношений человека и факторов внешней среды [2, 3]. Понятие «ментальная экология» в данном контексте предлагается как специализированная адаптация биоэкологической модели U. Bronfenbrenner, фокусирующаяся на психическом здоровье и психологическом благополучии в условиях современных социально-экологических вызовов. Если биоэкологическая модель рассматривает взаимодействие человека со средой на разных уровнях (микро-, мезо-, экзо-, макросистемы) в широком контексте развития, то ментальная экология сужает этот фокус до динамики психических процессов, факторов риска и устойчивости, влияющих на психоэмоциональное состояние. К последним можно отнести наблюдающиеся в последнее время рост экономических кризисов, увеличение дискриминации различных групп, обострение военных конфликтов и общую социальную нестабильность. В подобных условиях ментальная экология людей оказывается под угрозой: ухудшается общее состояние здоровья и психологического благополучия, отмечается рост психических расстройств [4–10]. Нарастающее напряжение и неопределённость становятся факторами, усугубляющими психоэмоциональное состояние и повышающими риск развития депрессии и тревожных расстройств, среди которых значительную долю занимает посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) [11]. Недостаток психологической готовности к неожиданным социальным вызовам, неэффективные способы совладания со стрессом осложнены ограниченной доступностью и несвоевременностью оказываемой медико-психологической помощи разным группам населения [12].

Согласно данным Global Burden of Disease, около 4,05% населения мира имеет тревожные расстройства[1]. При этом число людей, страдающих этой патологией, увеличилось более чем на 55% с 1990 г. В то же время более 300 млн человек страдают от депрессии, что эквивалентно 4,4% общей популяции [13]. По данным метаанализов отмечаются высокие показатели распространённости ПТСР и депрессии среди населения, пострадавшего от военных действий с 1989 по 2019 г.: в диапазоне от 15,3 до 30,6% — для ПТСР и от 10,8 до 30,8% — для депрессивных расстройств [14–19]. Особую группу составляют гражданские лица, покинувшие привычные места прибывания в связи с боевыми действиями: принудительно перемещённые, ищущие убежище. Так, по данным A. Bedaso и B. Duko [20], примерно 1 из 4 человек, вынужденно проживающих в пунктах временного размещения, страдает от депрессии, что превышает распространённость депрессии, зарегистрированной в выборках населения разных стран. На это также указывают M. Schouler-Ocak и J.K. Moran [21], D. Madoro и соавт. [22], согласно результатам их исследований, распространённость депрессии и тревожных расстройств, включая ПТСР, выше среди перемещённых лиц, чем у коренного населения страны. Дополнительными вызовом и для ментальной экологии являются рост социальной напряжённости и увеличение психоэмоционального напряжения среди групп меньшинств (этнических, национальных, социальных и т.д.). Подобное явление в научной литературе описывается в терминах стресса меньшинства (stress minority) и рассматривается в качестве факторов высокого риска развития аффективных и стресс-ассоциированных расстройств. Так, по данным A. Ventriglio и соавт. [9], люди, сообщающие о культурных, религиозных и других различиях, подвергаются определённому социальному стрессу, возникающему из-за контраста между их статусом меньшинства и доминирующими общественными нормами и ценностями. Это находит подтверждение в ряде крупных исследований [23–25].

Широко известно, что депрессия и тревожные расстройства часто возникают одновременно: наличие одного из них увеличивает вероятность развития другого (коморбидного) расстройства [26]. Согласно мнению A.J. Ferrari и соавт. [27], важность коморбидности заключается в том, что расстройства независимо друг от друга существенно усугубляют ментально-экологическую обстановку, способствуя бремени заболеваний и оказывая значительное давление на системы первичного здравоохранения. Кроме того, стресс-ассоциированные расстройства (в том числе ПТСР) также играют важную роль в этом контексте, усиливая риск возникновения как депрессивных, так и тревожных состояний, что делает проблему ещё более актуальной. Опасность значительной распространённости коморбидности определяется высоким уровнем завершённых суицидов среди таких пациентов, хронизацией неинфекционных соматических заболеваний, увеличением потребности в медицинских услугах и увеличением расходов на оказание специализированной помощи [28]. Несмотря на клиническую и социальную значимость коморбидных расстройств, по-прежнему сохраняется ряд сложностей, снижающих своевременность и качество специализированной помощи, оказываемой данной группе пациентов: недостаточная разработанность концепции коморбидной психической патологии, в частности, этиопатоненетических, клинических и прогностических особенностей сочетанных тревожных и депрессивных расстройств; отсутствие адекватных стратегий персонализированной терапии и низкая приверженность к стандартному лечению [29–32]. Эти и другие факторы способствуют дальнейшему росту негативного влияния на ментальную экологию, поскольку игнорирование комплексных потребностей людей с такими расстройствами

[1] Global Health Data Exchange. GHDx. Режим доступа: http://ghdx.healthdata.org Дата обращения: 11.12.2024.

может привести к ухудшению их состояния, увеличению стигматизации уязвимых социальных групп и снижению общего уровня психического здоровья в обществе.

Целью данного обзора являлась систематизация данных о клинических аспектах коморбидности депрессивных и тревожных расстройств, включая стресс-ассоциированные расстройства, в контексте ментальной экологии, а также разработка рекомендаций по совершенствованию персонализированных стратегий терапии для снижения медико-социальных рисков и повышения устойчивости психического здоровья в условиях современных социальных вызовов. В качестве методической базы авторы использовали документы Всемирной организации здравоохранения и открытых источников баз данных Scopus и Web of Science по вопросам коморбидности депрессии и тревожных (в том числе стресс-ассоциированных) расстройств. В анализ включали исследования с количественными данными, в том числе систематические обзоры и метаанализы. В связи со стремительным ростом числа работ анализировали как уже опубликованные, так и препринты на русском и английском языках. Поиск осуществляли по комбинации следующих ключевых слов-синонимов в сочетании с контрольным вокабуляром в базе данных: «ментальная экология», «коморбидность», «депрессия», «тревожные расстройства», «стресс», «посттравматическое стрессовое расстройство», «персонализированное лечение». Для оценки медико-социальных рисков дополнительно осуществляли поиск по аспектам алкогольной зависимости, злоупотребления алкоголем, так как это наиболее распространённые проблемы у данной группы пациентов.

ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОМОРБИДНОСТИ ДЕПРЕССИИ И ТРЕВОЖНЫХ РАССТРОЙСТВ В КОНТЕКСТЕ МЕНТАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

Термин «коморбидность» был введён в практическую медицину A.R. Feinstein в 1970 г. для обозначения случаев, когда у пациента формируется отдельное заболевание, не связанное с имеющимся расстройством [33]. Данное понятие стало активно использоваться в психиатрической литературе позже, в 1980–1990-х гг., параллельно с внедрением новых диагностических и статистических руководств по психическим расстройствам DSM-III (1980) и DSM-III-R (1987) в США, где был закреплён категориальный подход в диагностике психических заболеваний [34].

На сегодняшний день в психиатрии коморбидность представляет собой сложное и многообразное понятие [34, 35]. Исследователи, как отечественные, так и зарубежные, выделяют различные формы коморбидности, включая сочетание психических расстройств с соматическими или неврологическими заболеваниями, а также наличие нескольких психических расстройств одновременно, в том числе связанных с аддиктивной патологией [36, 37]. Особенно важно учитывать коморбидность в контексте депрессии, тревожных и стресс-ассоциированных расстройств, так как она тесно связана с социальными рисками, злоупотреблением алкоголем и растущим негативным влиянием на ментальную экологию, что может усугублять состояние пациентов и затруднять процесс их лечения.

По мнению W.G. Ter Meulen и соавт. [38], коморбидность представляет собой не просто сумму двух заболеваний, что подчёркивает необходимость глубокого концептуального анализа данного явления. В ходе Нидерландского исследования депрессии и тревоги (The Netherlands Study of Depression and Anxiety — NESDA) было установлено, что среди пациентов с коморбидными тревожными и депрессивными расстройствами, чьи состояния сравнивались с состояниями пациентов, страдающих лишь изолированными расстройствами, наблюдаются более низкие показатели переносимости стресса, социального функционирования и психического здоровья [39, 40].

На основании данных современной литературы выделяют два главных подхода к проблеме коморбидности депрессии и тревожных расстройств.

Категориальный (клинический) подход. Депрессия и тревожные расстройства рассматриваются как самостоятельные нозологии с независимой динамикой, которые в случаях коморбидности могут иметь один или несколько трансдиагностических (универсальных) факторов. Однако научное сообщество всё чаще признаёт, что диагностические категории не являются оптимальными единицами для классификации и сравнения людей в контексте изучения патофизиологии, разработки терапии и снижения бремени болезни [41–45]. Несмотря на длительное изучение особенностей коморбидных психических расстройств в рамках категориальной модели как ведущей на сегодняшний день в клинической психиатрии, всё ещё нет чёткого представления об этиопатогенезе таких расстройств и тактиках по улучшению терапевтических методов.

Дименсиональный подход. Согласно данным K. Kircanski и соавт. [46] и K. Choi и соавт. [47], коморбидность депрессии и тревожных расстройств можно рассматривать в трёх основных вариантах. Первый вариант связан с различными психобиологическими факторами, лежащими в основе формирования депрессии и тревоги. В рамках второго рассматривается наличие общих для двух расстройств факторов. Третий аспект подразумевает, что симптомы депрессии и тревоги могут взаимодействовать между собой или оказывать влияние друг на друга, что, вероятно, обусловлено определёнными психобиологическими процессами. Авторы убеждены, что нельзя рассматривать депрессивные и тревожные расстройства как отдельные и несвязанные состояния, поскольку их сочетание имеет важные последствия для качества диагностики, стратегий терапии и снижения бремени болезни. На сегодняшний день наиболее активно

развивающиеся этиопатогенетические модели психических расстройств и их коморбидности используют в своей основе дименсиональный подход: критерии предметной области исследований в психиатрии (The Research Domain Criteria — RDoC) — нейронаучная исследовательская структура, направленная на углубление понимания трансдиагностических биоповеденческих систем, лежащих в основе психопатологии, и в конечном итоге на создание будущих классификаций; иерархическая систематика психопатологии (Hierarchical Taxonomy of Psychopathology — HiTOP) — система классификации, полученная на основе наблюдаемой ковариации между симптомами психопатологии и дезадаптивными чертами, которая стремится предоставить более информативные цели исследований и лечения (то есть конкретные, эмпирически измеряемые терапевтические мишени), чем традиционные диагностические категории [41–45]. Несмотря на некоторые целевые различия между этими системами, депрессивные и тревожные расстройства рассматриваются в качестве единой группы интернализованных нарушений вместе с другой аффективной и стресс-ассоциированной патологией. Согласно R. Kotov и соавт. [44], H.M. van Loo и соавт. [48], общими для этих расстройств являются преобладание невротизма, негативной аффективности и нарушения эмоциональной регуляции, что, по мнению авторов, может рассматриваться в качестве общих мишеней терапии коморбидных состояний. Как указывают Т.А. Караваева и соавт. [29], совокупность данных индивидуально-психологических характеристик повышает трудности в межличностных взаимоотношениях, снижает устойчивость к воздействию социоэкологических факторов среды, повышает риск психоэмоциональных расстройств, оказывая негативное влияние на стабильность ментальной экологии.

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕРАПИЯ ПАЦИЕНТОВ С КОМОРБИДНЫМИ ДЕПРЕССИЕЙ И ТРЕВОЖНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ В КОНТЕКСТЕ МЕНТАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

Наравне с недостаточной разработанностью концепции коморбидности депрессивных и тревожных расстройств, актуальной остаётся необходимость совершенствования персонализированных стратегий терапии с учётом резко возрастающих социально-экологических вызовов для психологического благополучия человека. Основными проблемами рассматриваемой в рамках ментальной экологии группы пациентов являются низкая приверженность к лечению и недостаточная стабилизация ремиссии. Несмотря на результаты современных научных исследований, подтверждающих эффективность как психофармакотерапии, так и психотерапии, специалисты чаще выбирают именно лекарственное лечение из-за меньших материальных и временны́х затрат [49, 50]. Однако частота возникающих побочных эффектов, недостаточная прочность терапевтического альянса, низкий комплаенс приводят к самостоятельной отмене пациентом приёма препаратов [51, 52]. Результатом может явиться не только рецидивирование симптоматики, но и ухудшение прогноза, полный отказ от дальнейшей терапии и увеличение риска применения психоактивных веществ в качестве средств самолечения (например, алкоголя, наркотических препаратов и др.) [36]. На сегодняшний день в условиях социальных кризисов не остаётся сомнений в ключевой роли как социально-психологических, так и индивидуально-психологических механизмов в формировании аффективных и стресс-ассоциированных расстройств, а также стабилизации ремиссии [53, 54]. В связи с чем для реализации принципов персонализированной медицины, повышения эффективности терапевтических вмешательств при лечении пациентов с коморбидными депрессивными и тревожными расстройствами активно применяется психотерапия [55, 56].

В современном исследовательском поле, касающемся эффективности различных психотерапевтических методов лечения депрессии и тревоги, ключевым становится вопрос о том, какие виды терапии оказывают помощь конкретным пациентам, в каком объёме и при каких условиях. Депрессия и тревога как отдельные расстройства и как сочетанная патология составляют часть клинической картины множества психических заболеваний. Эволюция клинических классификаций психических расстройств отражает изменения в представлениях о пределах и особенностях разных нозологий, в структуре которых депрессия и тревога занимают важное место. Дебаты продолжаются относительно соотношения и специфики биологических и психогенных (психосоциальных) факторов, лежащих в основе различных форм этих состояний. Вопросы, касающиеся различия между вариантами депрессивных и тревожных расстройств, соотношения этиопатогенетических факторов, а также механизмы, влияющие на их течение и результаты, остаются по-прежнему спорными, как и эффективность применяемой при этих расстройствах психотерапии. Изучение эффективности психотерапии при расстройствах данного спектра в рамках доказательной медицины потребовало создания нозоспецифических лечебных протоколов [30, 32]. В 1970–1980-х гг. ведущей методикой в этих исследованиях стала когнитивно-поведенческая терапия (КПТ). Работы А. Бека и Д. Кларка подтвердили наличие специфических психологических механизмов, связанных с депрессивными и тревожными расстройствами. В 1980-х гг. А. Бек разработал опросник тревоги, который помог разделить симптомы тревоги и депрессии [32]. Он также предложил когнитивную модель тревожных расстройств, подчеркнув их отличия от депрессий и выделив общие когнитивные искажения, такие как катастрофизация и персонализация. Наличие таких особенностей мышления и восприятия окружающей

действительности значительно снижает адаптационный потенциал личности и повышает риск развития психической патологии. В ходе дальнейших исследований были обозначены специфические факторы для различных тревожных нарушений, несмотря на то что наличие коморбидных состояний ограничивало возможность применения полученных данных в клинической практике. В последние десятилетия КПТ становится основным методом терапии при многих психических расстройствах в США и Великобритании. Национальный институт здравоохранения и совершенствования медицинской помощи Соединённого Королевства в 2009 г. поддержал её внедрение [31]. Современные международные рекомендации предлагают КПТ в качестве терапии первой линии, однако финансирование исследований данного направления остаётся недостаточным. Когнитивно-бихевиоральный подход акцентирует внимание на дефиците навыков саморегуляции и дисфункциональных убеждениях, а также предполагает создание индивидуальной модели личности в будущем [50].

В последние годы был разработан большой массив протоколов лечения сочетанных депрессивных и тревожных расстройств, концептуализированных как трансдиагностические, с клиническими и практическими преимуществами по сравнению с традиционными протоколами для одного расстройства. D.H. Barlow и соавт. [57] разработали унифицированный протокол трансдиагностического лечения эмоциональных расстройств, представляющий собой когнитивно-поведенческое вмешательство, сфокусированное на эмоциях и состоящее из пяти основных модулей или компонентов, основанных на элементах КПТ с доказанной эффективностью, которые нацелены на негативную эмоциональность и аверсивные реакции на эмоции. В крупных метааналитических исследованиях L. Carlucci и соавт. [58], C. Antuña-Camblor и соавт. [59] показано, что унифицированный протокол эффективно воздействует на корни этих нарушений, что приводит к снижению симптомов и депрессии, и тревоги.

С учётом наличия групп риска (групп меньшинств) по более выраженному ухудшению состояния ментальной экологии у данной категории пациентов важно формирование доступной, дестигматизирующей и инклюзивной среды при совершенствовании стратегий персонализированной терапии. С этой целью рекомендуется адаптация терапевтических мероприятий с учётом особенностей конкретных сообществ. Согласно авторам концепции C. Merzel и J. D'Afflitti [60], укрепление здоровья на уровне сообществ имеет важное значение для устойчивого успеха в достижении результатов в отношении здоровья на уровне населения. Как подчёркивают авторы, такие меры адаптации специализированной помощи способствуют снижению социальной напряжённости, оказывая положительное влияние на ментальную экологию общества в целом.

Помимо роли инклюзивности в улучшении социально-психологического благополучия, стоит отметить значение доступности специализированной помощи для таких групп риска, как беженцы и перемещённые лица. Для решения этой задачи предлагается использование достижений цифровизации. На сегодняшний день проведение психотерапевтических интервенций с использованием цифровых технологий не только не уступает по эффективности очной психотерапии (face-to-face), но в некоторых случаях превосходит её из-за большей доступности. Это, в свою очередь, находит отражение и в работах отечественных специалистов [61–63]. Результаты недавнего рандомизированного контролируемого исследования [64] указывают на эффективность краткосрочных психосоциальных интервенций с применением видеосвязи в повышении обращаемости за лечением среди лиц, проживающих в зоне конфликта. Высокая результативность применения беженцами и перемещёнными лицами программных обеспечений для смартфонов с целью психологической самопомощи отражена и в другом исследовании [65]. Эффективность цифровизированных трансдиагностических психотерапевтических интервенций в лечении беженцев и перемещённых лиц продемонстрирована в работе K.E. Fabian и соавт. [66].

ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЕ АЛКОГОЛЕМ КАК ПРОБЛЕМА МЕНТАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ ПАЦИЕНТОВ С КОМОРБИДНЫМИ ДЕПРЕССИЕЙ И ТРЕВОЖНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ

Имеющиеся научно-практические противоречия, несовершенство методов терапии осложняются высоким уровнем стигматизации сферы психического здоровья и недостаточным уровнем психологической образованности. Это обусловливает недостаточную обращаемость пациентов за психиатрической и медико-психологической помощью. А текущие общественно-экологические кризисы и рост дискриминации малых социальных групп уменьшают не только доверие к системе общественного здравоохранения, но в некоторых случаях снижают доступность медицинской помощи (например, беженцам, перемещённым лицам и т.д.). В связи с этим сохраняет актуальность проблема использования психоактивных веществ в качестве средств самолечения (self-medication) как фактора клинико-социального риска формирования химических аддикций [67–69].

Самолечение алкоголем — распространённая, но крайне опасная практика среди людей с депрессией и сочетанными тревожными расстройствами. Многие воспринимают алкоголь как быстрое и доступное средство снятия напряжения, тревоги и улучшения настроения, общего самочувствия в социальных ситуациях [70]. Этот подход является лишь временным решением, которое в долгосрочной перспективе может привести к серьёзным

последствиям, включая развитие алкогольной зависимости. Высокий уровень тревоги, сопровождаемой физическим и психологическим дискомфортом (тахикардия, потливость, дрожь, чувство паники, мысли о катастрофе и т.д.), действительно способствует увеличению потребления алкоголя. Человек, испытывая тревогу, неосознанно ищет способы её подавления, а алкоголь, обладая кратковременным анксиолитическим эффектом, становится привлекательным вариантом. Этот эффект, однако, обманчив. Алкоголь лишь маскирует проблему, не решая её, а вместо облегчения часто приводит к усилению тревоги на следующий день, создавая порочный круг. Абстинентный синдром, включающий в себя симптомы тревоги, депрессии, физического недомогания, заставляет человека снова прибегать к алкоголю для облегчения состояния.

В научной литературе выделяется специфический поведенческий паттерн, получивший название «drinking to cope» (DTC) — «пить, чтобы справиться» [69, 71]. Это не просто случайное употребление алкоголя для расслабления, а устойчивая модель поведения, характеризующаяся преднамеренным использованием алкоголя для регуляции эмоций. Люди с DTC употребляют алкоголь не ради удовольствия, а для подавления негативных эмоций, таких как тревога, депрессия, неуверенность в себе. Они используют спиртосодержащие напитки как инструмент для «самолечения», стремясь справиться с социальными ситуациями, которые вызывают у них дискомфорт. Исследования показывают, что DTC является значимым предиктором развития алкогольной зависимости, особенно у людей с высокой степенью негативной аффективности (склонности к переживанию негативных эмоций). Например, в исследовании M.L. Cooper и соавт. [69] подчёркивается, что DTC — это самостоятельный фактор риска, не зависящий напрямую от уровня тревоги. Другими словами, даже при одинаковом уровне тревожности наличие паттерна DTC повышает вероятность злоупотребления алкоголем и развития зависимости. A.L. Goldstein и соавт. [72] подтверждают эту взаимосвязь, добавляя, что DTC отражает специфический стиль совладания с трудностями — избегание проблемы вместо её решения. Помимо риска формирования алкогольной зависимости, злоупотребление алкоголем оказывает негативное влияние на клинические характеристики уже имеющегося коморбидного тревожного расстройства. Вместо того чтобы искать конструктивные способы преодоления социальной тревожности (например, когнитивно-поведенческая терапия, тренинги социальных навыков), человек выбирает «быстрый» способ — подавление симптомов с помощью алкоголя, что усугубляет проблему, поскольку не развиваются навыки проблемно-решающего поведения, а, наоборот, усиливается зависимость от алкоголя как единственного средства «преодоления» трудностей. Более того, M.L. Dyer и соавт. [73] показали, что DTC является наиболее распространённым паттерном у пациентов с генерализованным тревожным расстройством, что указывает на широкую распространённость этой опасной модели поведения. Схожие данные получены в ходе кросс-секционного исследования Д.С. Радионова и Т.А. Караваевой [37] у 120 пациентов, имеющих тревожные расстройства. Согласно полученным результатам, длительное злоупотребление алкоголем приводило к генерализации тревоги вне зависимости от особенностей тревожного расстройства. Как указывают авторы, генерализованная тревога ассоциирована с вторичными соматическими симптомами и более выраженным психологическим дискомфортом, создавая предпосылки для большего употребления алкоголя в качестве быстрого и доступного средства самолечения. Однако усугубляющиеся трудности в социальных контактах могут рассматриваться как фактор дестабилизации ментальной экологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном обзоре проведена всесторонняя систематизация сведений о клинических аспектах коморбидности депрессивных и тревожных расстройств, включая стресс-ассоциированные расстройства. Эти аспекты рассмотрены в контексте основ ментальной экологии, что акцентирует важность интеграции психического здоровья в концепцию общественного благополучия. Основная цель исследования заключалась в анализе этиопатогенетических моделей коморбидности, выявлении ключевых механизмов, влияющих на развитие этих расстройств, и разработке рекомендаций по совершенствованию персонализированных стратегий терапии для снижения медико-социальных рисков. Определение факторов риска, особенно среди групп, оказавшихся в зоне боевых действий, переселённых лиц и социальных меньшинств, позволяет точнее подходить к диагностике и терапии депрессивных и тревожных расстройств, учитывая специфические потребности этих людей. Кроме того, в обзоре обсуждены пути совершенствования стратегий персонализированной терапии, что представляет собой важный шаг к оптимизации лечебных подходов. Персонализированная медицина может существенно уменьшить медико-социальные риски, обеспечивая управляемость состоянием пациентов и адаптацию методов лечения под индивидуальные особенности, включая уязвимые группы. Таким образом, поддержка устойчивой ментальной экологии в современных социальных реалиях требует системного подхода, включающего как научные исследования, так и практическое применение полученных знаний. Создание комплексных программ помощи, основанных на целостном понимании коморбидности и этиопатогенетических связей, может стать основой для повышения качества жизни пациентов и укрепления здоровья общества в целом.

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642908

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. А.В. Васильева — концепция исследования, выделение значимых аспектов ментальной экологии человека, существенная переработка полученного материала на предмет важного интеллектуального содержания; Т.А. Караваева — концепция исследования, выделение значимых аспектов ментальной экологии человека, существенная переработка полученного материала на предмет важного интеллектуального содержания: Д.С. Радионов — обобщение массива международных данных по данной проблеме, существенная переработка полученного материала на предмет важного интеллектуального содержания; А.Е. Андрианова — анализ литературных источников, подготовка первого варианта статьи; Д.А. Старунская — анализ литературных источников, подготовка первого варианта статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева» Минздрава России 2024–2026 гг. (XSOZ 2024 0014).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author's contribution. A.V. Vasileva — the concept of research, the identification of significant aspects of human mental ecology, significant processing of the obtained material for important intellectual content; T.A. Karavaeva — research concept, highlighting significant aspects of human mental ecology, significant processing of the obtained material for important intellectual content: D.S. Radionov — generalization of an array of international data on this problem, significant processing of the obtained material for important intellectual content; A.E. Andrianova — analysis of literary sources, preparation of the first version of the article; D.A. Starunskaya — analysis of literary sources, preparation of the first version of the article. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors contributed to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Funding sources. The work was performed within the framework of the state task of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology named after V.M. Bekhterev" of the Ministry of Health of the Russian Federation 2024–2026 (XSOZ 2024 0014).

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. In creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, and no new data was collected or created.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This paper was submitted to the journal on an unsolicited basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board, and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Bronfenbrenner U. Environments in developmental perspective: theoretical and operational models. In: Friedman SL, Wachs TD, editors. *Measuring environment across the life span: Emerging methods and concepts*. Washington, DC: American Psychological Association; 1999. P. 3–28. doi: 10.1037/10317-001
2. Navarro JL, Tudge JRH. Technologizing Bronfenbrenner: neo-ecological theory. *Curr Psychol*. 2022;21:1–17. doi: 10.1007/s12144-022-02738-3
3. Reupert A. A socio-ecological framework for mental health and well-being. *Advances in Mental Health*. 2017;15(2):105–107. doi: 10.1080/18387357.2017.1342902
4. Slimmen S, Timmermans O, Lechner L, Oenema A. A socio-ecological approach of evidence on associations between social environmental factors and mental health outcomes of young adults: A systematic review. *Social Sciences & Humanities Open*. 2024;10:101068. doi: 10.1016/j.ssaho.2024.101068
5. Sidorov PI. Mental ecology of social epidemies. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2014;21(1):37–48. doi: 10.17816/humeco17273 EDN: RYIESD
6. Rozanov VA, Laskaja DA, Radionov DS, Ruzhenkova VV. Psychosocial stress and its consequences among modern university students: the megalopolis factor. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(11):805–820. doi: 10.17816/humeco622862 EDN: DQOUPY
7. Sidorov PI. Mental terrorism of hybrid wars and asymmetric defense synergetics. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2014;21(11):38–54. doi: 10.17816/humeco17187 EDN: SYZHTB
8. Fadhlia T. The socio-ecological factors associated with resilience in refugees: a systematic scoping review. *PsyArXiv Preprints*. 2023, July 7. doi: 10.31234/osf.io/bu8ka
9. Ventriglio A, Castaldelli-Maia JM, Torales J, et al. New approaches for mental health of social minorities. *Int Rev Psychiatry*. 2022;34(7-8):760–769. doi: 10.1080/09540261.2022.2133993
10. Bhugra D, Killaspy H, Kar A, et al. IRP commission: sexual minorities and mental health: global perspectives. *Int Rev Psychiatry*. 2022;34(3-4):171–199. doi: 10.1080/09540261.2022.2045912
11. Hoppen TH, Priebe S, Vetter I, Morina N. Global burden of post-traumatic stress disorder and major depression in countries affected by war between 1989 and 2019: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Glob Health*. 2021;6(7):e006303. doi: 10.1136/bmjgh-2021-006303
12. Vasileva AV, Neznanov NG, Soloviev AG. Mental ecology in the structure of the COVID-19 pandemic (review). *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2022;29(7):461–469. doi: 10.17816/humeco81183 EDN: JIHLGS
13. Javaid SF, Hashim IJ, Hashim MJ, et al. Epidemiology of anxiety disorders: global burden and sociodemographic associations. *Middle East Current Psychiatry*. 2023;30:44. doi: 10.1186/s43045-023-00315-3
14. Morina N, Stam K, Pollet TV, Priebe S. Prevalence of depression and posttraumatic stress disorder in adult civilian survivors of war who stay in war-afflicted regions. A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *J Affect Disord*. 2018;239:328–338. doi: 10.1016/j.jad.2018.07.027
15. Steel Z, Chey T, Silove D, et al. Association of torture and other potentially traumatic events with mental health outcomes among populations

exposed to mass conflict and displacement: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2009;302(5):537–549. doi: 10.1001/jama.2009.1132
16. Ng LC, Stevenson A, Kalapurakkel SS, et al. National and regional prevalence of posttraumatic stress disorder in sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Med*. 2020;17(5):e1003090. doi: 10.1371/journal.pmed.1003090
17. Charlson F, van Ommeren M, Flaxman A, et al. New WHO prevalence estimates of mental disorders in conflict settings: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2019;394(10194):240–248. doi: 10.1016/S0140-6736(19)30934-1
18. Ichitovkina EG, Sakovich PV, Soloviev AG, Zhernov SV. Preclinical online screening for stress-associated disorders in combatants. *Psychiatry*. 2024;22(2):46–53. doi: 10.30629/2618-6667-2024-22-2-46-53 EDN: OEOEEN
19. Kivorkova AYu, Soloviev AG. Social-psychological disadaptation and rehabilitation directions for the members of military families. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology*. 2017;(2):3–9. EDN: ZBKATJ
20. Bedaso A, Duko B. Epidemiology of depression among displaced people: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Res*. 2022;311:114493. doi: 10.1016/j.psychres.2022.114493
21. Schouler-Ocak M, Moran JK. Anxiety and mood disorders in forcibly displaced people across the world. *Curr Opin Psychiatry*. 2024;37(1):18–22. doi: 10.1097/YCO.0000000000000904
22. Madoro D, Kerebih H, Habtamu Y, et al. Post-traumatic stress disorder and associated factors among internally displaced people in South Ethiopia: a cross-sectional study. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2020;16:2317–2326. doi: 10.2147/NDT.S267307
23. Ricci F, Torale J, Bener A, et al. Mental health of ethnic minorities: the role of racism. *Int Rev Psychiatry*. 2023;35(3-4):258–267. doi: 10.1080/09540261.2023.2189951
24. Chumakov EM, Ashenbrenner YV, Petrova NN, et al. Mental health, minority stress and discrimination against transgender people: a cross-sectional survey in Russia. *Int Rev Psychiatry*. 2023;35 (3–4):331–338. doi: 10.1080/09540261.2023.2182668
25. Tineo P, Lowe SR, Reyes-Portillo JA, Fuentes MA. Impact of perceived discrimination on depression and anxiety among Muslim college students: The role of acculturative stress, religious support, and Muslim identity. *Am J Orthopsychiatry*. 2021;91(4):454–463. doi: 10.1037/ort0000545
26. Otte C. Incomplete remission in depression: role of psychiatric and somatic comorbidity. *Dialogues Clin Neurosci*. 2008;10(4):453–460. doi: 10.31887/DCNS.2008.10.4/cotte
27. Ferrari AJ, Charlson FJ, Norman RE, et al. Burden of depressive disorders by country, sex, age, and year: findings from the global burden of disease study 2010. *PLoS Med*. 2013;10(11):e1001547. doi: 10.1371/journal.pmed.1001547
28. Drapkina OM, Kontsevaya AV, Kalinina AM, et al. Comorbidity of patients with noncommunicable diseases in general practice. Eurasian guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(3):113–418. doi: 10.15829/1728-8800-2024-3996 EDN: AVZLPJ
29. Karavaeva TA, Vasileva AV, Radionov DS, et al. Clinical and etiopathogenetic aspects of depressive and anxiety disorders' comorbidity: towards the problem of achieving stable remission. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology*. 2024;58(4-1):23–33. doi: 10.31363/2313-7053-2024-975 EDN: ABLZDL
30. Kotova OV, Belyaev AA, Akarachkova ES. State-of-the-art diagnostic and treatment modalities for anxiety and depression. *Russian Medical Inquiry*. 2021;5(10):648–653 doi: 10.32364/2587-6821-2021-5-10-648-653 EDN: CQIXKM
31. Petrova NN, Palkin YuR, Faddeev DV, Zinovieva AG. Comorbidity of depression and anxiety in clinical practice. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2021;121(4):31–37. doi: 10.17116/jnevro202112104131 EDN: RTIDHH
32. Möller HJ, Bandelow B, Volz HP, et al. The relevance of 'mixed anxiety and depression' as a diagnostic category in clinical practice. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. 2016;266(8):725–736. doi: 10.1007/s00406-016-0684-7
33. Feinstein AR. The pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease. *J Chronic Dis*. 1970;23(7):455–468. doi: 10.1016/0021-9681(70)90054-8
34. Maj M. "Psychiatric comorbidity": an artefact of current diagnostic systems? *Br J Psychiatry*. 2005;186:182–184. doi: 10.1192/bjp.186.3.182
35. Malygin YaV, Orlova AS, Malygin VL. Conceptualization of comorbid anxiety and depressive disorders and approaches to their managing. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2022;122(6):48–54. doi: 10.17116/jnevro202212206148 EDN: XAHKZY
36. Radionov DS, Karavayeva TA, Vasilyeva AV, et al. Peculiarities of alcohol abuse by individuals with neurotic spectrum anxiety disorders. Clinical aspects and issues of psychotherapy. *Journal of Addiction Problems*. 2023;35(3):27–50. EDN: AQBTRS
37. Radionov DS, Karavaeva TA. Clinical characteristics of patients with anxiety disorders who have a certain level of alcohol consumption. *Journal of Addiction Problems*. 2024;36(3):56–71. EDN: QTPZUV
38. Ter Meulen WG, Draisma S, van Hemert AM, et al. Depressive and anxiety disorders in concert-A synthesis of findings on comorbidity in the NESDA study. *J Affect Disord*. 2021;284:85–97. doi: 10.1016/j.jad.2021.02.004
39. Struijs SY, de Jong PJ, Jeronimus BF, et al. Psychological risk factors and the course of depression and anxiety disorders: A review of 15 years NESDA research. *J Affect Disord*. 2021;295:1347–1359. doi: 10.1016/j.jad.2021.08.086
40. Ruitenberg GM, Booij SHS, Batelaan NMN, et al. Transdiagnostic factors predicting the 2-year disability outcome in patients with anxiety and depressive disorders. *BMC Psychiatry*. 2023;23(1):443. doi: 10.1186/s12888-023-04919-1
41. Goldberg D. Plato versus Aristotle: categorical and dimensional models for common mental disorders. *Compr Psychiatry*. 2000;41(2 Suppl 1): 8–13. doi: 10.1016/s0010-440x(00)80002-4
42. Helzer JE, Kraemer HC, Krueger RF. The feasibility and need for dimensional psychiatric diagnoses. *Psychol Med*. 2006;36(12):1671–1680. doi: 10.1017/S003329170600821X
43. Insel T, Cuthbert B, Garvey M, et al. Research domain criteria (RDoC): toward a new classification framework for research on mental disorders. *Am J Psychiatry*. 2010;167(7):748–751. doi: 10.1176/appi.ajp.2010.09091379
44. Kotov R, Krueger RF, Watson D, et al. The Hierarchical taxonomy of psychopathology (HiTOP): A dimensional alternative to traditional nosologies. *J Abnorm Psychol*. 2017;126(4):454–477. doi: 10.1037/abn0000258
45. Michelini G, Palumbo IM, DeYoung CG, et al. Linking RDoC and HiTOP: A new interface for advancing psychiatric nosology and neuroscience. *Clin Psychol Rev*. 2021;86:102025. doi: 10.1016/j.cpr.2021.102025
46. Kircanski K, LeMoult J, Ordaz S, et al. Investigating the nature of co-occurring depression and anxiety: Comparing diagnostic and dimensional research approaches. *J Affect Disord*. 2017;216:123–135. doi: 10.1016/j.jad.2016.08.006
47. Choi KW, Kim YK, Jeon HJ. Comorbid anxiety and depression: clinical and conceptual consideration and transdiagnostic treatment. *Adv Exp Med Biol*. 2020;1191:219–235. doi: 10.1007/978-981-32-9705-0_14
48. van Loo HM, Beijers L, Wieling M, et al. Prevalence of internalizing disorders, symptoms, and traits across age using advanced nonlinear models. *Psychological Medicine*. 2023;53(1):78–87. doi: 10.1017/S0033291721001148
49. Neznanov NG, Vasilyeva AV, Salagay OO. The role of psychotherapy as a medical specialty in public health. *Public Health*. 2022;2(2):40–57. doi: 10.21045/2782-1676-2022-2-2-40-57 EDN: DVNJTE
50. Psychotherapy: a national guide. Moscow: GEOTAR-Media Publishing Group Limited Liability Company; 2023. 992 p. (In Russ.)
51. Bandelow B, Allgulander C, Baldwin DS, et al. World federation of societies of biological psychiatry (WFSBP) guidelines for treatment of

anxiety, obsessive-compulsive and posttraumatic stress disorders — Version 3. Part I: Anxiety disorders. *World J Biol Psychiatry*. 2023;24(2):79–117. doi: 10.1080/15622975.2022.2086295
52. Karavaeva TA, Vasileva AV, Poltorak SV, et al. Principles and algorithms of neurotic level anxiety disorders (anxiety-phobic, panic and generalized anxiety disorder psychopharmacological treatment). *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology*. 2016;(1):3–9. EDN: WFETFJ
53. Gómez Penedo JM, Flückiger C. Interpersonal problems as a predictor of outcome in psychotherapy for depressive and anxiety disorders: a multilevel meta-analysis. *J Consult Clin Psychol*. 2023;91(10):562–573. doi: 10.1037/ccp0000828
54. Nowak J, Nikendei C, Rollmann I, et al. Characterization of different types of anxiety disorders in relation to structural integration of personality and adverse and protective childhood experiences in psychotherapy outpatients — a cross-sectional study. *BMC Psychiatry*. 2023;23(1):501. doi: 10.1186/s12888-023-04988-2
55. Rueff M, Reese G. Depression and anxiety: A systematic review on comparing ecotherapy with cognitive behavioral therapy. *Journal of Environmental Psychology*. 2023;90:102097. doi: 10.1016/j.jenvp.2023.102097
56. Cuijpers P, Sijbrandij M, Koole SL, et al. The efficacy of psychotherapy and pharmacotherapy in treating depressive and anxiety disorders: a meta-analysis of direct comparisons. *World Psychiatry*. 2013;12(2):137–148. doi: 10.1002/wps.20038
57. Barlow DH, Harris BA, Eustis EH, Farchione TJ. The unified protocol for transdiagnostic treatment of emotional disorders. *World Psychiatry*. 2020;19(2):245–246. doi: 10.1002/wps.20748
58. Carlucci L, Saggino A, Balsamo M. On the efficacy of the unified protocol for transdiagnostic treatment of emotional disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clin Psychol Rev*. 2021;87: 101999. doi: 10.1016/j.cpr.2021.101999
59. Antuña-Camblor C, Gómez-Salas FJ, Burgos-Julián FA, et al. Emotional regulation as a transdiagnostic process of emotional disorders in therapy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Psychol Psychother*. 2024;31(3):e2997. doi: 10.1002/cpp.2997
60. Merzel C, D'Afflitti J. Reconsidering community-based health promotion: promise, performance, and potential. *Am J Public Health*. 2003;93(4):557–574. doi: 10.2105/ajph.93.4.557
61. Neznanov NG, Vasileva AV. Digitalization in mental health care. New opportunities for specialists and patients. *National Health Care*. 2023;4(2):15–24. doi: 10.47093/2713-069X.2023.4.2.15-24 EDN: ZEHQGY
62. Chekhonadsky II, Skripov VS, Semenova NV, et al. Capabilities of telemedicine consultations of patients with mental disorders. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2021;24(9):74–78. doi: 10.17116/profmed20212409174 EDN: XNYBUY
63. Vasileva AV, Karavaeva TA, Radionov DS. Post-traumatic stress disorder psychotherapy — integrating the experience of an emergency. *Counseling Psychology and Psychotherapy*. 2023;31(3):47–68. doi: 10.17759/cpp.2023310303 EDN: ITHMHZ
64. Burchert S, Alkneme MS, Alsaod A, et al. Effects of a self-guided digital mental health self-help intervention for Syrian refugees in Egypt: a pragmatic randomized controlled trial. *PLoS Med*. 2024;21(9):e1004460. doi: 10.1371/journal.pmed.1004460
65. Liem A, Natari RB, Jimmy, Hall BJ. Digital health applications in mental health care for immigrants and refugees: a rapid review. *Telemed J E Health*. 2021;27(1):3–16. doi: 10.1089/tmj.2020.0012
66. Fabian KE, Foster KT, Chwastiak L, et al. Adapting a transdiagnostic digital mental health intervention for use among immigrant and refugee youth in Seattle: a human-centered design approach. *Transl Behav Med*. 2023;13(11):867–875. doi: 10.1093/tbm/ibad041
67. Turner S, Mota N, Bolton J, Sareen J. Self-medication with alcohol or drugs for mood and anxiety disorders: a narrative review of the epidemiological literature. *Depress Anxiety*. 2018;35(9):851–860. doi: 10.1002/da.22771
68. Voepel-Lewis T, Stoddard SA, Ploutz-Snyder RJ, et al. Effect of comorbid psychologic and somatic symptom trajectories on early onset substance use among U.S. youth in the ABCD study. *Addict Behav*. 2025;160:108181. doi: 10.1016/j.addbeh.2024.108181
69. Cooper ML, Russell M, Skinner JB, et al. Development and validation of a three dimensional measure of drinking motives. *Psychol Assess*. 1992;4:123–132. doi: 10.1037/1040-3590.4.2.123
70. Klimanova SG, Berezina AA, Trusova AV, et al. The relationship between clinical characteristics of patients with alcohol use disorder and drinking motives. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology*. 2022;56(4):63–76. doi: 10.31363/2313-7053-2022-4-63-76 EDN: EHFFQI
71. Ferrie ML, Lheureux A, Vujanovic AA, et al. Co-occurring posttraumatic stress disorder symptoms and alcohol use behaviors: the mediating role of drinking to cope with PTSD symptoms. *J Dual Diagn*. 2023;19(4):221–230. doi: 10.1080/15504263.2023.2260326
72. Goldstein AL, Vilhena-Churchill N, Stewart SH, et al. Coping motives as moderators of the relationship between emotional distress and alcohol problems in a sample of adolescents involved with child welfare. *Adv Ment Health*. 2012;11(1):67–75.
73. Dyer ML, Heron J, Hickman M, Munafò MR. Alcohol use in late adolescence and early adulthood: The role of generalized anxiety disorder and drinking to cope motives. *Drug Alcohol Depend*. 2019;204:107480. doi: 10.1016/j.drugalcdep.2019.04.044

ОБ АВТОРАХ

***Радионов Дмитрий Сергеевич,**
Россия, 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3 ;
ORCID: 0000-0001-9020-3271;
eLibrary SPIN: 3247-3178;
e-mail: dumradik@mail.ru

Васильева Анна Владимировна, д-р мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-5116-836X;
eLibrary SPIN: 2406-9046;
e-mail: annavdoc@yahoo.com

Караваева Татьяна Артуровна, д-р мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-8798-3702;
eLibrary SPIN: 4799-4121;
e-mail: tania_kar@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Dmitriy S. Radionov,**
3 Bekhtereva st, Saint Petersburg , Russia, 192019;
ORCID: 0000-0001-9020-3271;
eLibrary SPIN: 3247-3178;
e-mail: dumradik@mail.ru

Anna V. Vasileva, MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
ORCID: 0000-0002-5116-836X;
eLibrary SPIN: 2406-9046;
e-mail: annavdoc@yahoo.com

Tatiana A. Karavaeva, MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
ORCID: 0000-0002-8798-3702;
eLibrary SPIN: 4799-4121;
e-mail: tania_kar@mail.ru

Старунская Диана Андреевна;
ORCID: 0000-0001-8653-8183;
eLibrary SPIN: 1478-0297;
e-mail: dianastarunskaya@gmail.com

Андрианова Александра Евгеньевна;
ORCID: 0009-0009-9024-5960;
eLibrary SPIN: 2431-1397;
e-mail: alexsandra0013@gmail.com

Diana A. Starunskaya;
ORCID: 0000-0001-8653-8183;
eLibrary SPIN: 1478-0297;
e-mail: dianastarunskaya@gmail.com

Alexsandra E. Andrianova;
ORCID: 0009-0009-9024-5960;
eLibrary SPIN: 2431-1397;
e-mail: alexsandra0013@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco645370 EDN: VGFKOV

Показатели вариабельности сердечного ритма у мужчин-северян в зависимости от коэффициента атерогенности

И.В. Аверьянова

Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Вегетативный нервный контроль сердечно-сосудистой системы может быть изменён у лиц с дислипидемией и нарушениями липидного обмена.

Цель. Сравнительный анализ кратковременных записей кардиоинтервалограмм в выборке мужчин-северян с одновременной оценкой основных характеристик липидограмм в зависимости от величины коэффициента атерогенности.

Материалы и методы. В исследованиях приняли участие 118 мужчин 28–58 лет (средний возраст 42,5±0,5 года). Использовали фотометрические, иммунохемилюминесцентные методы исследования, а также стандартные методы оценки вариабельности сердечного ритма и физического развития.

Результаты. Полученные данные показали, что у 53% обследованных мужчин имелись атерогенные нарушения липидного обмена, тогда как для 47% были характерны оптимальные показатели липидограмм. Установлено, что из 22 анализируемых показателей физического развития, биохимического профиля, а также вариабельности сердечного ритма значимые различия отмечены по 17 показателям. Результаты позволяют сделать заключение об увеличении относительной активности парасимпатического звена вегетативной нервной регуляции в выборке мужчин с оптимальными показателями липидного обмена. Для группы лиц с высокими величинами коэффициента атерогенности характерно наличие вегетативного дисбаланса, проявляющегося относительно высокой симпатической активностью на фоне снижения влияния парасимпатической активности в вегетативном контроле системы кровообращения с одновременной ассоциацией с избыточной массой тела и возрастанием доли общего содержания жира в организме.

Заключение. Полученные результаты позволили установить, что лица с нарушением липидного профиля характеризуются относительным доминированием симпатической активности, что предполагает достаточно неблагоприятное прогностическое значение в качестве предиктора риска осложнения сердечно-сосудистых заболеваний. В целом результаты настоящего исследования направлены на расширение использования метода оценки вариабельности сердечного ритма, отражающего как вегетативные, так и физиологические аспекты, связанные в том числе с липидным профилем и соматометрическим статусом, что подчёркивает потенциал совокупности данных показателей для получения перспективных маркеров благополучия системы кровообращения.

Ключевые слова: мужчины; северо-восток России; липидный спектр; вариабельность сердечного ритма; дислипидемия; атерогенность.

Как цитировать:
Аверьянова И.В. Показатели вариабельности сердечного ритма у мужчин-северян в зависимости от коэффициента атерогенности // Экология человека. 2024. Т. 31, № 9. С. 647–656. DOI: 10.17816/humeco645370 EDN: VGFKOV

Рукопись поступила: 10.01.2025 **Рукопись одобрена:** 13.02.2025 **Опубликована online:** 16.03.2025

ЭКО•ВЕКТОР

Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco645370 EDN: VGFKOV

The relation between heart rate variability and the atherogenicity coefficient in northern men

Inessa V. Averyanova

Scientific Research Center "Arktika" Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The autonomic nervous control of the cardiovascular system can be altered in individuals with dyslipidemia and lipid metabolism disorders.

AIM: This study aimed to comparatively analyse short-term cardio interval recordings in a sample of Northern men and to simultaneously assess main values of the lipid pictures according to the atherogenicity coefficient.

MATERIALS AND METHODS: One hundred and eighteen men aged 28–58 (mean age was 42.5±0.5 yrs) participated in the survey which was performed with photometric, immunochemiluminescent research methods, as well as standard methods for assessing heart rate variability and physical development.

RESULTS: The data obtained in our study showed that 53% of the surveyed men exhibited atherogenic disorders in lipid metabolism, while 47% of subjective lipid pictures showed perfect values. We found significant differences in 17 of 22 indicators of physical development, biochemical profile, and heart rate variability. That suggested the increasing relative activity of the parasympathetic link of autonomic nervous regulation observed in subjects with perfect values of lipid metabolism while those with high values of the atherogenicity coefficient demonstrated autonomic imbalance which could be seen in relatively high sympathetic activity along with the reduced influence of parasympathetic activity in the autonomic control of the circulatory system with simultaneous association with overweight and accelerated proportion of the total body fat.

CONCLUSION: The impaired lipid profile proved to be closely related to the dominance of sympathetic activity that is assumed to be an unfavorable predictor of the risk for cardiovascular complications. In general, the results are intended to spread the use of the heart rate variability assessing method since it shows both autonomic and physiological aspects related, particularly, to the lipid profile and somatometric status, which undoubtedly emphasizes the potential of these indicators to obtain markers for the circulatory system proper functioning.

Keywords: men; Northeast of Russia; lipid spectrum; heart rate variability; dyslipidemia; atherogenicity.

To cite this article:
Averyanova IV. The relation between heart rate variability and the atherogenicity coefficient in northern men. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):647–656. DOI: 10.17816/humeco645370 EDN: VGFKOV

Submitted: 10.01.2025 **Accepted:** 13.02.2025 **Published online:** 16.03.2025

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco645370 EDN: VGFKOV

北方男性心率变异性指标取决于动脉粥样硬化系数

Inessa V. Averyanova

Scientific Research Center “Arktika” Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

摘要

论证。血脂异常和脂质代谢紊乱患者的心血管系统自主神经控制可能会发生改变。

目的。根据动脉粥样硬化系数的数值，比较分析样本中北方男性心血管间歇图的短期记录，同时评估血脂图的主要特征。

材料和方法。在研究中，118名28～58岁的男性（平均年龄为42.5±0.5岁）参与了研究。使用了光度学、荧光免疫化学检测方法，还采用了标准的心率变异性和身体发育评估方法。

结果。所获得的数据显示，53%的受检男性存在动脉粥样硬化的脂质代谢紊乱，而47%的受检男性具有最佳的脂类谱分析指标。已确认，在22项分析的身体发展指标、生物化学概况，以及心律变异性中，有17项指标显示出显著差异。根据这些结果可以得出结论，在具有最佳脂质代谢指标的男性样本中，自律神经调节的副交感神经环节的相对活动有所增加。动脉粥样硬化系数高的人群的特点是自律神经失衡，表现为交感神经活动相对较高，而副交感神经活动对循环系统自律神经控制的影响却在下降，同时，还伴有体重过重和体内总脂肪比例增加。

结论。研究结果表明，血脂异常人群的交感神经活动相对占优势，这表明交感神经活动作为心血管疾病并发症风险的预测因子，具有相当不利的预后意义。总体而言，本研究的结果旨在扩大心率变异性评估方法的使用范围，该方法同时反映了与血脂状况和体格测量状况等相关的自律神经和生理方面，为了获得循环系统良好的远景指示标，强调这些指标的整体潜力。

关键词：男性；俄罗斯东北部；血脂谱；心率变异性；血脂异常；动脉粥样硬化。

引用本文：

Averyanova IV. 北方男性心率变异性指标取决于动脉粥样硬化系数. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):647–656.
DOI: 10.17816/humeco645370 EDN: VGFKOV

收到: 10.01.2025 **接受:** 13.02.2025 **发布日期:** 16.03.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) — это показатель, используемый для оценки модуляции вегетативной нервной системы (ВНС) на сердечном синусовом узле [1], что позволяет регистрировать изменение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических либо парасимпатических влияний на сердечно-сосудистую систему, а также прогнозировать и оценивать степень её адаптационных возможностей и организма в целом [2]. В условиях относительного покоя экономичность функций организма связана с возрастанием парасимпатической регуляции, при этом высокие значения ВСР указывают на оптимальное функционирование вегетативного контроля сердца, а также на высокую способность к саморегуляции, адаптивности [3] и в целом являются признаками эффективных вегетативных механизмов [2]. Показано, что ВСР как демонстрация функций автономной нервной системы отражает здоровье человека и его благополучие [4]. Напротив, относительно низкие значения ВСР указывают на неадекватное функционирование саморегуляции и более высокий риск сердечно-сосудистых заболеваний [5].

Известно, что активность ВНС и факторы риска тесно взаимосвязаны между собой, поскольку дисбаланс ВНС способствует созданию предпатологической среды для гипертонии, нарушения биохимического профиля, а также изменения эндотелиального гомеостаза в пользу протромботического и провоспалительного состояния, что в итоге приводит к увеличению риска сердечно-сосудистых заболеваний [6, 7].

Липидный профиль — это стандартный диагностический тест на дислипидемию, который проводится натощак [8]. Дислипидемия относится к нарушениям метаболизма липопротеидов, включая триглицериды, общий холестерин (ОХС), холестерин липопротеидов низкой и высокой плотности [9], и является основным фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний [10]. Необходимо отметить, что за последние два десятилетия заболеваемость и распространённость дислипидемии постепенно увеличивается [10, 11].

При этом об ассоциации нарушений липидного профиля и показателей ВСР имеется ограниченное количество данных. Предыдущие исследования показали, что гипертония, ожирение, диабет и нарушение метаболизма глюкозы, а также дислипидемия связаны со снижением ВСР [12, 13]. Также показано, что у лиц среднего и пожилого возраста факторы метаболического синдрома ассоциированы с более низкой ВСР [14]. Указывается и на то, что симпатическое преобладание в функции автономной нервной системы способствует повышению артериального давления, снижению чувствительности к инсулину и увеличению уровня триглицеридов в сыворотке [15].

Цель исследования. Исходя из вышесказанного, мы предположили, что вегетативный нервный контроль сердечно-сосудистой системы может быть изменён у лиц с дислипидемией и нарушениями липидного обмена. Чтобы подтвердить или опровергнуть данное предположение, мы проанализировали кратковременные записи кардиоинтервалограмм ВСР в популяционной выборке мужчин-северян с одновременной оценкой основных характеристик липидограмм. Текущее исследование предполагает, что изучение состояния ВНС, основанное на свойствах ВСР, поможет получить данные о связи с физиологическими аспектами, такими как биохимические показатели липидного обмена.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 118 мужчин 28–58 лет (средний возраст — 42,5±0,5 года), относящихся к европеоидам, являющихся уроженцами Магаданской области в 1–3-м поколении, постоянно проживающих на территории области и обследуемых в рамках программы научного мониторинга психофизиологического состояния лиц трудоспособного возраста в условиях северо-востока России «Арктика. Человек. Адаптация» на базе НИЦ «Арктика» ДВО РАН (Магадан). Исследования были проведены в осенне-зимний период 2024 г.

У мужчин определяли основные показатели физического развития: длину тела с точностью до 0,5 см с помощью настенного ростомера, массу тела — с точностью до 0,1 кг с использованием медицинских весов. Из полученных антропометрических характеристик рассчитывали индекс массы тела (ИМТ, кг/м^2). С использованием биоимпедансного анализатора «Диамант-Аист» (Россия) определяли общее содержание жира (% от массы тела) в организме.

У испытуемых проводили забор венозной крови натощак из локтевой вены в утренние часы (с 8 до 10 ч) вакуумной системой в лаборатории ООО «Юнилаб-Хабаровск». Содержание ОХС (ммоль/л), триглицеридов (ммоль/л), холестерина липопротеидов высокой плотности (ЛПВП, ммоль/л) и холестерина липопротеидов низкой плотности (ЛПНП, ммоль/л) определяли колориметрическим фотометрическим методом с использованием AU 680 (Beckman Coulter, США). По полученным показателям оценивали атерогенность липидного профиля на основе расчёта коэффициента атерогенности (КА) по следующей формуле: КА=(ОХС–ЛПВП)/ЛПВП) [16]. Нарушение липидного профиля определяли в соответствии с критериями Российских рекомендаций VII пересмотра 2020 г. [17], а также с учётом руководящих принципов доклада экспертов NCEP [18].

Вариабельность кардиоритма регистрировали при помощи комплекса «Варикард» и программного обеспечения VARICARD-KARDi. Анализ ВСР проводили по общепринятой методике в соответствии с методическими рекомендациями группы Российских экспертов [19]. У испытуемых в состоянии покоя (сидя) регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин); разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов,

или вариационный размах (MxDMn, мс); стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN, мс); число пар кардиоинтервалов с разницей более 50 мс в процентах к общему числу кардиоинтервалов (pNN50, мс); квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD, мс); моду (Mo, мс); амплитуду моды (AMo, мс); стресс-индекс (индекс напряжения регуляторных систем; SI, усл. ед.); суммарную мощность спектра временны́х значений R–R интервалов сердечного ритма (TP, мс^2); мощность спектра высокочастотного компонента ВСР в диапазоне 0,4–0,15 Гц (дыхательные волны; HF, мс^2); мощность спектра низкочастотного компонента ВСР в диапазоне 0,15–0,04 Гц (сосудистые волны; LF, мс^2); мощность спектра очень низкочастотного компонента ВСР в диапазоне 0,04–0,015 Гц (VLF, мс^2). Также анализировали индекс централизации (IC, усл. ед.).

До включения в исследование от всех участников было получено письменное информированное согласие. Исследуемые, принимавшие лекарства, которые могут изменять ЧСС, употреблявшие никотин, алкоголь или любые другие запрещённые вещества, имеющие в анамнезе диабет, гипертонию, заболевания щитовидной железы, любые сердечные расстройства, а также заболевания, потенциально связанные с вегетативными расстройствами, были исключены из исследования.

Результаты подвергли статистической обработке с применением пакета прикладных программ Statistica 7.0. Расчёт размера выборки проводили на основе статистической мощности. Проверку на нормальность распределения измеренных переменных осуществляли на основе теста Шапиро–Уилка. Результаты непараметрических методов обработки представили в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде Q25 и Q75 процентилей, а параметрических — как среднее значение и его ошибку (M±m). При сравнении несвязанных выборок статистическую значимость различий определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента для независимых выборок с параметрическим распределением и непараметрического критерия Манна–Уитни для выборок с распределением, отличающимся от нормального. Критический уровень значимости (*p*) в работе принимался равным 0,05; 0,01; 0,001 [20].

Этическая экспертиза

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2013 г.). До включения в исследование от всех участников было получено письменное информированное согласие. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУН НИЦ «Арктика» ДВО РАН (заключение № 002/021 от 26.11.2021).

Таблица 1. Основные характеристики липидного профиля и соматометрического статуса мужчин-северян в зависимости от величины коэффициента атерогенности

Table 1. Characteristics of the lipid profile and somatometric status in Northern men, depending on the magnitude of the atherogenicity coefficient

Показатели Indicators	Коэффициент атерогенности Coefficient of atherogenicity		Уровень значимости различий The level of significance of the differences
	меньше 3 усл. ед. less than 3 conl. units.	больше 3 усл. ед. more than 3 conl. units.	
Количество, *n* | Quantity (*n*)	55 (47%)	63 (53%)	—
Средний возраст, лет | Average age (years)	42,3±0,7	42,7±0,8	*p*=0,82
Масса тела, кг | Body weight (kg)	79,9±1,1	87,0±1,2	*p* <0,001
Общее содержание жира, % Total fat content (%)	18,1±0,7	20,8±0,6	*p* <0,05
Длина тела, см Body length (cm)	178,9±0,6	177,5±0,6	*p*=0,19
Индекс массы тела, кг/м^2 Body mass index (kg/m^2)	25,0±0,3	27,6±0,3	*p* <0,001
Общий холестерин, ммоль/л Total cholesterol (mmol/l)	4,76±0,10	5,93±0,09	*p* <0,001
Липопротеиды низкой плотности, ммоль/л Low-density lipoproteins (mmol/l)	2,89±0,06	4,10±0,07	*p* <0,001
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л High-density lipoproteins (mmol/l)	1,47±0,03	1,19±0,02	*p* <0,001
Триглицериды, ммоль/л | Triglycerides (mmol/l)	0,92±0,04	1,57±0,06	*p* <0,001
Коэффициент атерогенности, усл. ед. Coefficient of atherogenicity (conl. units)	2,27±0,04	4,04±0,07	*p* <0,001

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обследуемые мужчины были разделены на 2 группы в зависимости от величины КА: 1-я группа — лица с КА, не превышающим нормативный диапазон 3 усл. ед. (*n*=55, 47%); 2-я группа — лица с КА более 3 усл. ед. (*n*=63, 53%), с нарушением липидного профиля (дислипидемией).

В табл. 1 представлены основные показатели липидного обмена, а также соматометрические характеристики обследуемых в зависимости от значения КА. Полученные данные свидетельствуют о том, что из девяти проанализированных показателей биохимического профиля, а также соматометрического статуса значимые различия наблюдались по восьми характеристикам. Так, обследуемые мужчины с КА менее 3 усл. ед. (группа с оптимальным липидным обменом) характеризовались статистически значимо более низкими величинами массы тела, ИМТ, а также общего содержания жира в организме. Показано, что числовая величина ИМТ в группе мужчин с оптимальным липидным профилем соответствовала нормативным значениям массы тела, тогда как у обследуемых с нарушением липидного профиля была избыточная масса тела. Также для данной группы были характерны более низкие показатели ОХС, ЛПНП, триглицеридов, КА на фоне значимо высокой концентрации ЛПВП.

Показатели ВСР у мужчин с низкими и высокими величинами КА приведены в табл. 2. Из представленных данных видно, что обследуемые двух групп не имели значимых различий по показателям ЧСС, Mo, AMo, VLF. При этом значимо более низкие величины MxDMn, RMSSD, SDNN, pNN50, а также TP, HF и LF были характерны для мужчин с КА, превышающим нормативный диапазон (группе лиц с нарушением липидного профиля), что свидетельствует о снижении активности парасимпатического звена в регуляции сердечного ритма, по сравнению с лицами с оптимальными показателями липидограмм. Необходимо

Таблица 2. Показатели вариабельности сердечного ритма у мужчин-северян в зависимости от величины коэффициента атерогенности
Table 2. Indicators of heart rate variability in Northern men, depending on the value of the coefficient of atherogenicity

Показатели Indicators	Коэффициент атерогенности | Coefficient of atherogenicity		Уровень значимости различий The level of significance of the differences
	меньше 3 усл. ед. less than 3 conl. units	больше 3 усл. ед. more than 3 conl. units	
Частота сердечных сокращений, уд./мин Heart rate (beats/min)	68,1 (62,1; 73,4)	68,7 (61,9; 76,2)	*p*=0,75
MxDMn, мс (ms)	237,0 (199,5; 320,0)	194,0 (134,3; 294,5)	*p* <0,05
RMSSD, мс (ms)	35,4 (28,3; 51,0)	30,5 (23,4; 43,0)	*p* <0,05
pNN50, %	10,2 (3,7; 23,4)	3,8 (1,9; 15,6)	*p* <0,05
SDNN, мс (ms)	46,5 (37,5; 60,0)	38,1 (27,0; 51,7)	*p* <0,05
Mo, мс (ms)	885,0 (822,0; 972,5)	870,0 (789,8; 977,5)	*p*=0,74
AMo50, мс (ms)	45,7 (35,3; 56,6)	55,0 (41,6; 72,1)	*p*=0,08
SI, усл. ед. (conl. units)	117,2 (56,7; 165,5)	155,5 (76,9; 352,1)	*p* <0,05
TP, мс^2 (mc^2)	1819,0 (1116,7; 3050,0)	1238,8 (717,5; 2474,8)	*p* <0,05
HF, мс^2 (mc^2)	457,0 (270,5; 1012,9)	246,0 (148,2; 500,2)	*p* <0,05
LF, мс^2 (mc^2)	843,4 (440,8; 1353,4)	547,8 (301,7; 1232,3)	*p* <0,05
VLF, мс^2 (mc^2)	371,1 (199,5; 674,0)	366,2 (151,9; 776,1)	*p*=0,45
IC, усл. ед. (conl. units)	2,7 (1,3; 3,6)	3,6 (2,4; 5,3)	*p* <0,05

Примечание. MxDMn — разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов (вариационный размах); RMSSD — квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов; pNN50 — число пар кардиоинтервалов с разницей более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов; SDNN — стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов; Mo — мода; AMo — амплитуда моды; SI — стресс-индекс (индекс напряжения регуляторных систем); TP — суммарная мощность спектра временных значений R–R интервалов сердечного ритма; HF — мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма в диапазоне 0,4–0,15 Гц (дыхательные волны); LF — мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности сердечного ритма в диапазоне 0,15–0,04 Гц (сосудистые волны); VLF — мощность спектра очень низкочастотного компонента вариабельности ритма сердца в диапазоне 0,04–0,015 Гц; IC — индекс централизации.

Note. MxDMn is the difference between the maximum and minimum values of the cardiointervals (variation range); RMSSD is the square root of the sum of the differences of a consecutive series of cardiointervals; pNN50 is the number of pairs of cardiointervals with a difference of more than 50 ms in % to the total number of cardiointervals; SDNN is the standard deviation of the complete array of cardiointervals; Mo is the mode; AMo is the amplitude of the mode; SI is the stress index (stress index of regulatory systems); TP is the total power of the spectrum of time values of R–R heart rate intervals; HF is the spectral power of the high-frequency component of heart rate variability in the range of 0.4–0.15 Hz (respiratory waves); LF is the spectral power of the low-frequency component of heart rate variability in the range of 0.15–0.04 Hz (vascular waves); VLF is the spectral power of the very low-frequency component of heart rate variability in the range of 0.04–0.015 Hz; IC is the centralization index.

указать на значимо более высокие величины SI, а также IC в группе мужчин с КА более 3 усл. ед., что является отражением преобладания симпатического звена в обеспечении вегетативного тонуса.

ОБСУЖДЕНИЕ

Из 22 анализируемых показателей физического развития, биохимического профиля, а также ВСР значимые различия отмечены для 17. Полученные в нашем исследовании данные демонстрируют, что у достаточного числа обследованных выявлены атерогенные нарушения липидного обмена (53%), которые ассоциированы с избыточной массой тела и повышением общего содержания жира в организме. При анализе данных ВСР получены статистически значимые различия как по временны́м, так и по частотным показателям между обследуемыми двух групп. Так, представленные данные позволили установить, что статистически значимо более высокие величины MxDMn, которые отражают степень вариативности значений кардиоинтервалов, обусловленную физиологической дыхательной аритмией на фоне активации парасимпатического звена ВНС, наблюдались в группе мужчин с оптимальным липидным спектром. Также для этой группы были характерны значимо более высокие показатели RMSSD, отражающие дисперсию ЧСС от сердцебиения к сердцебиению и являющиеся основной мерой временно́й области, используемой для оценки вагусно-опосредованных изменений, отражённых в ВСР [21].

Следует указать, что наши результаты временны́х характеристик кардиоритма в полной мере согласуются с данными, полученными в других исследованиях в сопоставимой возрастной группе, в которых среднее значение RMSSD составило 35,5±15,0 мс [22] и 35,0±11,0 мс соответственно [23].

Более высокие показатели pNN50, которые также в настоящее время используются в качестве маркера ВСР во временно́й области, используемой для оценки парасимпатической активности, были зафиксированы в группе мужчин с оптимальным липидным обменом. На возрастание роли вагусного влияния в вегетативном контроле сердечно-сосудистой системы также указывают статистические значимо более высокие показатели SDNN в группе мужчин с КА менее 3 усл. ед.

При сравнительном анализе спектральных характеристик ВСР у лиц с различными вариантами КА было установлено, что TP на значимую величину выше в группе с КА ниже 3 усл. ед., при этом величина TP у лиц данной группы была обусловлена вкладом более высоких показателей HF- и LF-составляющих ритма. В настоящее время считается установленным, что HF-составляющая общего спектра связана с дыхательными волнами, обусловленными вагусной активностью [24], преобладание данных волн в структуре спектра ВСР согласуется с представлениями об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающего нерва на сердце [3]. Недавние результаты указывают на то, что и низкочастотный диапазон общего спектра в основном отражает блуждающую, а также барорефлексную активность, а не сердечную симпатическую иннервацию, как считалось ранее [1]. Всё это позволяет говорить об увеличении относительной активности парасимпатического звена вегетативной нервной регуляции в выборке мужчин с оптимальными показателями липидного обмена. Тогда как для группы лиц с высокими величинами КА характерно наличие вегетативного дисбаланса, проявляющегося относительно высокой симпатической активностью на фоне снижения влияния парасимпатической активности в вегетативном контроле системы кровообращения.

Известно, что ВНС модулирует несколько ключевых метаболических процессов, включая метаболизм липидов, как посредством прямого нейронного, так и гормонального воздействия. [25]. Гиперхолестеринемия, в частности повышенный уровень ЛПНП, как основной фактор риска развития атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний связана с изменением симпатической регуляции [26]. Показано, что влияние симпатической нервной системы на метаболизм липидов опосредуется прямой симпатической иннервацией печени и жировых тканей, тогда как влияние парасимпатической нервной системы на метаболизм липидов опосредуется прямой парасимпатической иннервацией из печени. Экспериментальные данные также указывают на то, что нейропептиды Y гипоталамуса также играют стимулирующую роль в созревании и секреции печёночных липопротеинов очень низкой плотности, богатых триглицеридами, которые зависят от симпатической передачи сигналов в печень. Перекрёстные клинические данные подтверждают связь между показателями симпатической активности ВНС и дислипидемией [27]. При этом указывается на то, что симпатическая активация является первичным этиопатогенетическим фактором, а дислипидемия — вторичным проявлением гиперсимпатикотонии [25]. Имеются сведения, что при нарушении метаболического здоровья ведущую роль в патогенезе его компонентов может играть стойкая активация симпатического отдела ВНС [28]. Показано, что факторы метаболического синдрома связаны с аномальной регуляцией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси: повышенной секрецией кортизола, низкой секрецией половых стероидов и гормона роста и активацией симпатической нервной системы [29].

При этом дисфункции в вегетативных регуляторных системах, а именно повышенная активность симпатической нервной системы, вовлечены в патогенез и сердечно-сосудистых осложнений метаболического синдрома [27].

Также обсуждается и другая точка зрения о взаимосвязи вегетативного тонуса и липидного обмена, при которой гиперсимпатикотония рассматривается в виде адаптивного ответа на метаболические нарушения [30].

Имеются данные и о том, что активация симпатической

нервной системы и дислипидемия — это сопряжённые характеристики с избыточной массой тела с достаточной степенью взаимосвязи [26]. Показано, что увеличение симпатической активности фиксируется не только при ожирении, но и при избыточной массе тела, что свидетельствует о перегрузке адренорецепторов, связанной с увеличением массы тела и жировых отложений. У лиц с избыточной массой тела и ожирением симпатическая активация также тесно связана с метаболическими переменными, такими как ОХС в плазме, холестерин ЛПНП и триглицериды [31]. Предоставлены убедительные доказательства того, что состояние ожирения характеризуется симпатической активацией [32], которая уже присутствует в состоянии избыточной массы тела [33]. Сообщается, что симпатовагальный дисбаланс является потенциальным фактором сопутствующих заболеваний, связанных с ожирением, таких как диабет, резистентность к инсулину, гипертония, дислипидемия и дисфункции сердечно-сосудистой системы [34]. Гиперактивность симпатической нервной системы, вероятно, негативно влияет на метаболизм глюкозы, липидный профиль, артериальное давление [26].

Согласно результатам настоящего исследования, анализ показателей по группам, дифференцированным по величине КА, отражает более высокую активность симпатического звена ВНС у лиц с нарушением липидного профиля (КА более 3 усл. ед.), что предполагает достаточно неблагоприятное прогностическое значение в качестве предиктора риска осложнения сердечно-сосудистых заболеваний у обследуемых с нарушением липидного спектра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о том, что по мере увеличения величины КА, значения которого превышают нормативный диапазон для данного показателя, в регуляции сердечного ритма значительно снижается степень влияния парасимпатического звена, что проявляется уменьшением MxDMn, RMSSD, pNN50, SDNN, TP, HF, LF на фоне возрастания симпатической активности, о чём свидетельствует значимое возрастание SI и IC. Показано, что при нарушении липидного спектра наблюдалось снижение вегетативных функций, которое было связано с уменьшением активности парасимпатического звена ВНС, смещающим симпатовагальный баланс в относительное состояние симпатической активности на регуляцию сердечно-сосудистой системы. Таким образом, исследования продемонстрировали, что показатели ВСР могут представлять вегетативную активность сердца, соответствующую оптимальному уровню или нарушению липидного профиля.

Полученные нами данные указывают на то, что развитие вегетативной дисфункции ассоциировано с нарушением липидного профиля, а также с избыточной массой тела на фоне возрастания общего содержания жира в организме. Необходимо отметить, что данное исследование направлено на расширение использования метода оценки ВСР, отражающего как вегетативные, так и физиологические аспекты, связанные в том числе с липидным профилем и нарушением показателей физического развития.

Полученные данные в полной мере обеспечивают основу для дальнейших исследований, направленных на изучение состояния ВНС, основанное на свойствах ВСР, для определения связи с физиологическими аспектами, а также подчеркивают потенциал показателей ВСР, наряду с анализом липидограмм и соматометрических характеристик, для получения перспективных маркеров благополучия системы кровообращения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. И.В. Аверьянова — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование. Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (автор внёс существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочёл и одобрил финальную версию перед публикацией).

Этическая экспертиза. Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2013 г.). До включения в исследование от всех участников было получено письменное информированное согласие. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУН НИЦ «Арктика» ДВО РАН (заключение № 002/021 от 26.11.2021).

Источник финансирования. Работа выполнена за счёт бюджетного финансирования НИЦ «Арктика» ДВО РАН в рамках темы «Изучение межсистемных и внутрисистемных механизмов реакций в формировании функциональных адаптивных резервов организма человека «северного типа» на разных этапах онтогенеза лиц, проживающих в дискомфортных и экстремальных условиях с определением интегральных информативных индексов здоровья» (рег. номер AAAA-A21-121010690002-2).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. I.V. Averyanova — concept and design, collection and processing of material, writing, editing. Author confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (author 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).

Ethics approval. The study was conducted in accordance with the principles of the Helsinki Declaration (2013). Prior to inclusion in the

study, written informed consent was obtained from all participants. The research protocol was approved by the local ethics committee of the Federal State Budgetary Scientific Research Center "Arctic" Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (conclusion No. 002/021 dated 11/26/2021).

Funding source. The work has been fulfilled with Arktika Scientific Research Center, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, under the financial support of the Russian Federation budget within the framework of the project "Study of intersystem and intrasystem mechanisms involved in developing functional and adaptive reserves of the northern type man at different stages of ontogenesis under discomfort and extreme conditions of residence with the determination of health integral informative indices" (registration number, AAAA-A21-121010690002-2).

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. In creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, and no new data was collected or created.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This paper was submitted to the journal on an unsolicited basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board, and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health.* 2017;5:258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258
2. Ziemssen T, Siepmann T. The investigation of the cardiovascular and sudomotor autonomic nervous systema review. *Front Neurol*. 2019;10:53. doi: 10.3389/fneur.2019.00053
3. Reyes del Paso GA, Langewitz W, Mulder LJM, et al. The utility of low frequency heart rate variability as an index of sympathetic cardiac tone: a review with emphasis on a reanalysis of previous studies. *Psychophysiology*. 2013;50(5):477–487. doi: 10.1111/psyp.12027
4. Hassya IA, Sahroni A, Rahayu AW, Laksono ED. The analysis of heart rate variability properties and body mass index in representing health quality information. *Procedia Computer Science.* 2022;197(12):135–142. doi: 10.1016/j.procs.2021.12.127
5. Theorell T, Liljeholm-Johansson Y, Björk H, Ericson M. Saliva testosterone and heart rate variability in the professional symphony orchestra after «Public faintings» of an orchestra member. *Psychoneuroendocrinology*. 2007;32(6):660–668. doi: 10.1016/j.psyneuen.2007.04.006
6. Bäck M, Yurdagul A Jr, Tabas I, et al. Inflammation and its resolution in atherosclerosis: Mediators and therapeutic opportunities. *Nat Rev Cardiol.* 2019;16(7):389–406. doi: 10.1038/s41569-019-0169-2
7. Carandina A, Lazzeri G, Villa D, et al. Targeting the autonomic nervous system for risk stratification, outcome prediction and neuromodulation in ischemic stroke. *Int J Mol Sci*.2021;22(5):2357. doi: 10.3390/ijms22052357
8. Halawani AFM, Alahmari ZS, Asiri DA, et al. Diagnosis and management of dyslipidemia. *Arch Pharma Pract*. 2019;10(4):67.
9. Zhu X, Fan Y, Sheng J, et al. Association between blood heavy metal concentrations and dyslipidemia in the elderly. *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(4):1280–1290. doi: 10.1007/s12011-020-02270-0
10. Xi Y, Niu L, Cao N, et al. Prevalence of dyslipidemia and associated risk factors among adults aged ⩾35 years in northern China: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2020;20(1):1068. doi: 10.1186/s12889-020-09172-9
11. Carroll M, Kit B, Lacher D, et al. Trends in lipids and lipoproteins in US adults, 1988–2010. JAMA. 2012;308(15):1545–1554. doi: 10.1001/jama.2012.13260
12. Singh JP, Larson MG, O'Donnell CJ, et al. Association of hyperglycemia with reduced heartrate variability (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol.* 2000;86(3):309–312. doi: 10.1016/s0002-9149 (00)00920-6
13. Britton A, Shipley M, Malik M, et al. Changes in heart rate and heart rate variability overtime in middle-aged men and women in the general population (from the Whitehall II Cohort Study). *Am J Cardiol*. 2007;100(3):524–527. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.03.056
14. Stein R, Ferrari F, Scolari F. Genetics, dyslipidemia, and cardiovascular disease: new insights. *Curr Cardiol Rep*. 2019; 21(8):68. doi: 10.1007/s11886-019-1161-5
15. Brook RD, Julius S. Autonomic imbalance, hypertension, and car-diovascular risk. *Am J Hypertens.* 2000;(6 Pt 2):112S–122S. doi: 10.1016/s0895-7061(00)00228-4
16. Klimov AN, Nikulcheva NG. *Lipid and lipoprotein metabolism and its violation: a guide for doctors*. St. Petersburg: Peter Com; 1999. 504 p. (In Russ.)
17. Kuharchuk VV, Ezhov MV, Sergienko IV, et al. Diagnostics and correction of lipid metabolism disorders in order to prevent and treat atherosclerosis. Russian recommendations VII revision. *Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias*. 2020;(1):7–40. doi: 10.34687/2219-8202.JAD.2020.01.0002 EDN: ZFAWEI
18. National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;106(25):3143–3421. doi: 10.1161/circ.106.25.3143
19. Baevsky RM, Ivanov GG, Chireikin LV, et al. Analysis of heart rate variability when using various electrocardiographic systems (methodological recommendations). *Journal of Arrhythmology*. 2001;(24):65–83. (In Russ.)
20. Borovikov VP. *Statistica. The art of analyzing data on a computer: for professionals*. St. Petersburg: Piter; 2003. 688 p. (In Russ.)
21. Shaffer F, McCraty R, Zerr CL. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Front Psychol.* 2014;5:1040. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01040
22. Bonnemeier H, Richardt G, Potratz J, et al. Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subjects: differing effects of aging and gender on heart rate variability. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2003;14(8):791–799. doi: 10.1046/j.1540-8167.2003.03078.x
23. Zhang J. Effect of age and sex on heart rate variability in healthy subjects. *J Manipulative Physiol Ther*. 2007;30(5):374–379. doi: 10.1016/ j.jmpt.2007.04.001
24. Grossman P, Taylor EW. Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions. *Biol Psychol.* 2007;74(2):263–285. doi: 10.1016/j.biopsycho.2005.11.014
25. Straznicky NE, Lambert EA, Lambert GW, Esler MD. Autonomic nervous system: metabolic function. In: *Reference module in neuroscience and biobehavioral psychology*. Elsevier; 2017. P. 122–135. doi: 10.1016/b978-0-12-809324-5.01819-8
26. Eikelis N, Lambert EA, Phillips S, et al. Muscle sympathetic nerve activity is associated with elements of the plasma lipidomic profile in young Asian adults. *J Clin Endocrinol Metab*. 2017;102(6):2059–2068. doi: 10.1210/jc.2016-3738
27. Straznicky NE, Nestel PJ, Esler D. Autonomic nervous system: metabolic function. In: *Encyclopedia of Neuroscience*. Elsevier; 2009. P. 951–959. doi: 10.1016/b978-008045046-9.00638-0
28. Oganov RG, Mammadov MN, Koltunov IE. Metabolic syndrome: the path from scientific concept to clinical diagnosis. *Vrach.* 2007;(3):3–7. (In Russ.) EDN: KXXVQV

29. Björntorp P, Rosmond R. The metabolic syndrome — a neuroendocrine disorder? *Br J Nutr.* 2000;83(Suppl 1):S49–S57. doi: 10.1017/s0007114500000957
30. Grassi G, Vailati S, Bertinieri G, et al. Heart rate as marker of sympathetic activity. *J Hypertens.* 1998;16(11):1635–1639. doi: 10.1097/00004872-199816110-00010
31. Grassi G, Biffi A, Seravalle G, et al. Sympathetic neural overdrive in the obese and overweight. *Hypertension.* 2019;74(2):349–358. doi: 10.1161/hypertensionaha.119.12885
32. Young JB, Macdonald IA. Sympathoadrenal activity in human obesity: heterogeneity of findings since 1980. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1992;16(12):959–967.
33. Narkiewicz K, Somers VK. Sympathetic nerve activity in obstructive sleep apnoea. *Acta Physiol Scand.* 2003;177(3):385–390. doi: 10.1046/j. 1365-201X.2003.01091.x
34. Indumathy J, Pal GK, Pal P, et al. Association of sympathovagal imbalance with obesity indices, and abnormal metabolic biomarkers and cardiovascular parameters. *Obes Res Clin Pract.* 2015;9(1):55–66. doi: 10.1016/j.orcp.2014.01.007

ОБ АВТОРАХ

*** Аверьянова Инесса Владиславовна,** д-р биол. наук,
профессор ДВО РАН;
адрес: Россия, 685000, Магадан, пр-кт Карла Маркса, д. 24;
ORCID: 0000-0002-4511-6782;
eLibrary SPIN: 9402-0363;
e-mail: inessa1382@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Inessa V. Averyanova,** Dr. Sci. (Biology),
Professor FEB RAS;
address: 24 Karl Marx ave, Magadan, Russia, 685000;
ORCID: 0000-0002-4511-6782;
eLibrary SPIN: 9402-0363;
e-mail: inessa1382@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco643507 EDN: WWBEQU

Предпочтения родителей при организации сна младенцев в Республике Карелия

Ю.Р. Зарипова[1], Д.Д. Варламова[1], Н.Н. Кораблева[2]

[1] Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия;
[2] Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, Сыктывкар, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Синдром внезапной младенческой смерти остаётся одной из ведущих причин смерти в первый год жизни. Распространённость данного синдрома в Российской Федерации составляет 0,4 случая на 100 000 детей в возрасте до одного года жизни. В настоящее время наиболее изученными факторами риска являются факторы окружающей среды, на которые можно повлиять и снизить тем самым риск синдрома внезапной младенческой смерти.

Цель. Изучить предпочтения родителей при организации сна младенцев в Республике Карелия.

Материалы и методы. Дизайн исследования — одномоментное популяционное исследование путём выборочного индивидуального анкетирования матерей, имеющих детей первого года жизни. Критерии отбора объектов исследования: выборочное индивидуальное анкетирование матерей, имеющих детей первого года жизни, в медицинских учреждениях, предоставляющих первичную медико-санитарную помощь. Медицинское вмешательство не проводилось. Продолжительность исследования: с июня по ноябрь 2022 г. Первичная конечная точка — оценка условий сна детей до года в Республике Карелия. Проводилась статистическая обработка анкет с использованием стандартного пакета Microsoft Office 2010.

Результаты. Исследование показало, что значительная часть родителей не соблюдает рекомендации по безопасному сну младенцев, что может увеличить риск синдрома внезапной детской смерти. В частности, 40% детей спят на боку, 12% — на животе и только 48% — на спине. Кроме того, 62% родителей предпочитают совместный сон, несмотря на рекомендации о раздельном сне, что также может негативно сказаться на безопасности ребёнка.

Заключение. Многие дети первого года жизни в Республике Карелия имеют неблагоприятные условия сна, что может значительно повысить риск синдрома внезапной младенческой смерти. Результаты подчёркивают необходимость повышения информированности родителей о безопасных практиках ухода за младенцами.

Ключевые слова: синдром внезапной младенческой смерти; нарушения пространства сна; дети первого года жизни.

Как цитировать:
Зарипова Ю.Р., Варламова Д.Д., Кораблева Н.Н. Предпочтения родителей при организации сна младенцев в Республике Карелия // Экология человека. 2024. Т. 31, № 9. С. 657–665. DOI: 10.17816/humeco643507 EDN: WWBEQU

Рукопись поступила: 27.12.2024 **Рукопись одобрена:** 17.02.2025 **Опубликована online:** 07.03.2025

ЭКО•ВЕКТОР
Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco643507 EDN: WWBEQU

Parents' preferences in organizing babies' sleep in the Republic of Karelia

Yuliya R. Zaripova[1], Darina D. Varlamova[1], Natalya N. Korableva[2]

[1] Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia;
[2] Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Sudden infant death syndrome remains one of the leading causes of death in the first year of life. The prevalence of SIDS in the Russian Federation is 0.4 cases per 100,000 children under the age of one year of life. Currently, the most studied risk factors are environmental factors that can be influenced and reduce the risk of SIDS.

AIM: To study parents' preferences for infant sleep arrangements in the Republic of Karelia.

MATERIALS AND METHODS: 1) study design — a one-stage population-based study by selective individual questioning of mothers with children of the first year of life; 2) criteria for selecting research objects: selective individual questioning of mothers with children of the first year of life in medical institutions providing primary health care; 3) medical intervention was not carried out; 4) duration of the study: June 2022 — November 2022; 5) the primary endpoint is the assessment of sleep conditions for children under one year old in the Republic of Karelia; 6) Statistical data processing was performed using the Microsoft Office 2010 software package.

RESULTS: The study showed that a significant proportion of parents do not follow the recommendations for safe infant sleep, which may increase the risk of SIDS. In particular, 40% of children sleep on their sides, while 12% sleep on their stomachs, and only 48% sleep on their backs. In addition, 62% of parents prefer to sleep together, despite the recommendations for separate sleep, which can also negatively affect the safety of the child.

CONCLUSION: Children of the first year of life in the Republic of Karelia have unfavorable sleep conditions, which can significantly increase the risk of SIDS. The results highlight the need to raise awareness among parents about safe infant care practices.

Keywords: sudden infant death; sleep disorders; children of the first year of life.

To cite this article:
Zaripova YuR, Varlamova DD, Korableva NN. Parents' preferences in organizing babies' sleep in the Republic of Karelia. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):657–665. DOI: 10.17816/humeco643507 EDN: WWBEQU

Submitted: 27.12.2024 **Accepted:** 17.02.2025 **Published online:** 07.03.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco643507 EDN: WWBEQU

卡累利阿共和国的父母在安排婴儿睡眠时的偏好

Yuliya R. Zaripova[1], Darina D. Varlamova[1], Natalya N. Korableva[2]

[1] Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia;
[2] Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, Russia

摘要

论证。婴儿猝死综合症仍然是一岁婴儿死亡的主要原因之一。俄罗斯联邦中，该综合症在一岁以下的儿童中的发病率是每100000名儿童中为0.4例。目前，研究最多的风险因素是环境，对这些因素可以施加影响，从而降低婴儿猝死综合症的风险。

目的。研究卡累利阿共和国的父母在安排婴儿睡眠时的偏好。

材料和方法。研究设计是以一岁儿童母亲的个人问卷抽样调查的方式进行横截面总体研究。研究对象的选择标准：在初级保健服务的医疗机构中，对有一岁幼儿的母亲进行个人问卷抽样调查。没有进行医疗干预。研究持续时间：从2022年6月到11月。初次终点 — 评估卡累利阿共和国一岁以下儿童的睡眠条件。使用标准的Microsoft Office 2010套件对调查问卷进行了统计处理。

结果。研究显示，相当一部分的父母没有遵守婴儿安全睡眠的建议，这可能会增加婴儿猝死综合症的风险。具体来说，40%的儿童侧睡，12%的儿童趴睡，只有48%的儿童仰睡。此外，尽管建议分床睡，但仍有62%的父母喜欢同睡，这可能对儿童安全产生负面影响。

结论。在卡累利阿共和国，许多一岁儿童的睡眠条件不佳，这可能大大增加婴儿猝死综合症的风险。研究结果强调，提高父母对孩子护理安全实践认知的必要性。

关键词：婴儿猝死综合症；睡眠空间障碍；一岁儿童。

引用本文：
Zaripova YuR, Varlamova DD, Korableva NN. 卡累利阿共和国的父母在安排婴儿睡眠时的偏好. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):657–665. DOI: 10.17816/humeco643507 EDN: WWBEQU

收到: 27.12.2024 **接受:** 17.02.2025 **发布日期:** 07.03.2025

ECO•VECTOR
The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

Синдром внезапной младенческой смерти (СВМС) остаётся одной из ведущих причин смерти в первый год жизни, при этом его частота варьирует в разных странах. Так, в исследованиях Национального института здоровья детей и развития человека США среди причин младенческой смертности вне лечебных учреждений СВМС занимает третье место [1], а в Российской Федерации находится на первом месте [2]. Распространённость СВМС в Российской Федерации составляет 0,4 случая на 100 000 детей в возрасте до одного года жизни [2]. В Республике Карелия в 2022 г. показатель младенческой смертности составил 5,2‰ (в 2021 г. — 3,7‰), в который значительный вклад внесла смертность детей до года вне лечебных учреждений, где основными причинами являются СВМС и асфиксия.

Этиология СВМС сложна и во многом остаётся неизвестной [3]. В настоящее время наиболее изученными факторами риска или триггерными событиями являются факторы окружающей среды, на которые можно повлиять и снизить риск СВМС среди населения [3, 4]. Так, кампания «Спи на спине» («Back to Sleep») с 1990 по 2002 г. продемонстрировала снижение случаев СВМС от 10 до 70% в разных странах. Положение младенца на животе в период сна является сильным модифицирующий фактором и повышает риск СВМС до 14 раз [2]. Поэтому крайне важно, чтобы ребенок спал на спине [5–7]. Положение на спине на плоской, ненаклонной поверхности не увеличивает риск удушья и аспирации у младенцев и рекомендуется всем детям, включая младенцев с гастроэзофагеальным рефлюксом [8, 9]. Следует избегать наклонных поверхностей больше 10° для сна младенцев и не использовать переноски, шезлонги или кроватки-качалки [10, 11].

Важно, чтобы в кроватке ребёнка не было ничего, кроме простыни с резинкой [11]. По результатам многих исследований мягкие предметы, такие как подушки, игрушки, одеяла, пледы, а также одеяла и простыни без резинки повышают риск СВМС, защемления/заклинивания и удушения в 16 раз [12, 13]. Необходимо использовать твёрдые матрасы, так как мягкие увеличивают вероятность удушья за счёт эффекта «памяти матраса» и перегрева [12, 14, 15]. Раздельный сон ребёнка с родителями в своей кровати в одной комнате снижает риск СВМС на 50% [12]. Младенцы, спящие в отдельной комнате, в 2,75–11,5 раза чаще умирают внезапно по сравнению с теми, кто спит в одной комнате с родителями, вероятность смерти от удушья во сне в таких условиях в 19 раз выше [12, 13, 16]. Совместный сон повышает риск защемления и удушения ребёнка в 2,5 раза [13, 16, 17]. Рекомендуется также использовать пустышку во время дневного и вечернего сна [12, 18]. Однако на сегодняшний день в мировом сообществе продолжаются споры относительно преимуществ и недостатков совместного сна, так как некоторые эксперты подчёркивают его положительное влияние на продолжительность грудного вскармливания. Пролонгация грудного вскармливания снижает риск СВМС, при его продолжительности не менее двух месяцев риск СВМС снижается в 2 раза [12, 18, 19].

Необходимо позаботиться об исключении курения, употребления алкоголя, наркотических препаратов до зачатия и во время беременности, так как эти факторы повышают риск СВМС [12, 20, 21].

Существенное значение имеют и социально-экономические факторы: образование родителей, доход семьи, наличие отдельной кроватки, вредные привычки. Так, в когортном исследовании на основе датских общенациональных регистров оценивали семьи, где были зафиксированы случаи СВМС. Получены данные, что в 50% случаев дети жили в домохозяйствах с низким доходом и имели матерей с образованием уровня начальной школы (54%) по сравнению с общей популяцией [3].

С учётом актуальности данной проблемы важно информировать родителей о правильном сне младенца, что можно делать активно и пассивно (в виде рекламы). Например, с июля 2022 по февраль 2023 г. проводилось исследование о корректном изображении сна ребёнка на упаковках детских подгузников (311 упаковок), продаваемых в 11 европейских странах для младенцев весом менее 5 кг: в 79% случаев изображения не соответствовали критериям правильного сна ребёнка. Это может вводить в заблуждение будущих и настоящих родителей [22].

Цель исследования. Изучение предпочтений родителей при организации сна младенцев в Республике Карелия. Для достижения данной цели мы поставили перед собой несколько задач: проанализировать литературу по данной проблеме, провести анкетирование родителей детей первого года жизни и систематизировать полученные данные.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Дизайн исследования: одномоментное популяционное опросное исследование, которое проводилось в рамках многоцентрового исследования «Безопасный сон младенца: анализ ситуации на Европейском севере России» консорциума «Арктическая медицина» в составе ГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина» (Сыктывкар), ФГБОУ ВО «ПетрГУ» (Петрозаводск), ФГБОУ ВО «СГМУ» (Архангельск), ФГБОУ ВО «МАГУ» (Мурманск).

Критерии соответствия

Исследование проводили в медицинских учреждениях Республики Карелия, предоставляющих первичную медико-санитарную помощь, путём выборочного индивидуального анкетирования матерей, имеющих детей первого года жизни (популяционная выборка), при плановом посещении врача-педиатра. Выборка матерей была

не сплошной, порядок включения родителя в исследование произвольный и определялся врачом. Необходимый объём выборки врачей и родителей младенцев предварительно не рассчитывали. Критерии невключения и исключения из исследования не были запланированы.

Условия проведения

Анкетирование проводили на бумажном носителе в медицинских организациях на территории Республики Карелия, оказывающих первичную медико-санитарную помощь детям. В исследовании приняли участие врачи, давшие устное добровольное согласие на проведение опроса. Опросник «Организация сна ребёнка первого года жизни» включал 28 вопросов основной и демографической части. За основу опросника взята модифицированная анкета, которая была разработана и впервые применена в 2015 г. с целью изучения условий сна детей в возрасте до одного года на основе рекомендаций руководства Американской академии педиатрии по снижению младенческой смертности, ассоциированной со сном, обновлённых в 2022 г. [12, 23]. После объяснения матери ребёнка целей и задач исследования и демонстрации опросника, подлежащего заполнению, врач запрашивал устное согласие на участие в анонимном опросе. После его предоставления мать заполняла опросник на бумаге, не покидая медицинского учреждения.

Продолжительность исследования

Анкетирование началось в июне 2022 г. и завершилось в ноябре 2022 г.

Основной исход исследования

Предметом исследования было изучение предпочтений родителей в организации условий сна, тогда как непосредственно организация условий не оценивалась при аудите семьи.

Дополнительные исходы исследования

Оценка социально-экономического показателя ребёнка включает в себя анализ факторов, таких как уровень дохода семьи, образование родителей и доступ к ресурсам, необходимым для обеспечения правильной организации сна ребёнка до года.

Анализ в группах

В анкетировании приняли участие 607 респондентов. Средний возраст матерей составил 30 лет (±7,3), средний возраст отцов — 29 лет (±9,3).

Методы регистрации исходов

Метод регистрации исходов в данном исследовании основывается на использовании анкеты, состоящей из 28 вопросов. Анкета охватывает ключевые аспекты, такие как возраст и образование родителей, уровень дохода семьи, а также условия сна ребёнка, включая наличие отдельной кровати, и используемые для сна предметы. Вопросы о совместном сне, проветривании помещения и привычках в отношении курения и алкоголя в семье позволяют получить представление об окружающей среде, в которой находится ребенок во время сна.

Этическая экспертиза

Опрос был запланирован в рамках научно-исследовательской работы «Безопасность сна младенца: анализ ситуации на Европейском Севере России» консорциума «Арктическая медицина». Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 01/04-22 от 29.04.2022). Проведение исследования в Республике Карелия одобрено письмом Министерства здравоохранения Республики Карелия.

Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывали. Проводили статистическую обработку анкет с использованием стандартного пакета Microsoft Office 2010 (Microsoft Excel). Количественные данные (результаты анкетирования) представлены в виде средних значений, интервалов и количества участников для разных переменных. Использовали регрессионный анализ Statistica12.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты исследования

Условия сна детей первого года жизни.

Основные результаты исследования

Анализ преимущественной позы ребёнка во время сна показал, что в 40% случаев (*n*=275) дети спят на боку, в 12% (*n*=83) — на животе, что считается небезопасным. Только в 48% случаев (*n*=325) ребёнок спит на спине. Большинство детей (95%; *n*=577) имеют собственные кровати, при этом 55% родителей выбирают классические деревянные, 16% — колыбели, 10% — кровати-трансформеры, 8% — приставные кровати, 7% — кровати-манежи, 4% — кровати-люльки. Важно отметить, что 5% детей (*n*=30) не имеют отдельной кровати. Проведённый многофакторный регрессионный анализ показал статистически достоверную положительную связь между вероятностью наличия отдельной кровати у ребёнка и уровнем образования родителей (переменные увеличивают вероятность наличия отдельной кровати; табл. 1).

В половине случаев (51%; *n*=399) родители отдают предпочтение жёстким матрасам, 9% (*n*=68) выбирают мягкие матрасы, 4% (*n*=35) — пружинные, что может увеличивать риск СВМС. Также 9% родителей (*n*=72) используют матрасы с синтетической набивкой, что может привести к перегреву малыша. Используют подушки в кроватке 23% родителей (*n*=147), одеяла — 74% (*n*=461), но только

28% (*n*=168) соблюдают правила безопасного использования одеяла (укрывают до уровня груди и подворачивают края под матрас). При анализе получены данные, что многие родители (43%; *n*=251) используют в кроватке балдахины и бамперы, 30% (*n*=144) — мягкие игрушки, 23% (*n*=141) — пелёнки, 20% (*n*=119) — специальные приспособления для сна (например, коконы, позиционеры) и 9% (*n*=56) — одежду.

Таблица 1. Взаимосвязь между уровнем образования родителей, доходом семьи и наличием отдельной детской кроватки: результаты многофакторного регрессионного анализа (*n*=607)

Table 1. The relationship between parental education, family income and the presence of a separate crib: results of multivariate regression analysis (*n*=607)

Характеристика | Characteristic	*p*
Уровень образования матери | Mother's education level	
Начальное общее | Primary general	0,775
Основное общее | Basic general	0,076
Среднее | Secondary	**0,030**
Среднее специальное | Secondary specialized	**0,020**
Высшее (бакалавриат) Higher (Bachelor's degree)	**0,036**
Высшее (магистратура, специалитет) Higher (Master's degree, specialty)	**0,005**
Высшее (аспирантура, ординатура) Higher (postgraduate studies, residency)	0,739
Нет образования | No education	0,775
Уровень образования отца | Father's education level	
Начальное общее | Primary general	0,775
Основное общее | Basic general	0,795
Среднее | Secondary	**0,020**
Среднее специальное | Secondary specialized	0,111
Высшее (бакалавриат) Higher (Bachelor's degree)	**0,039**
Высшее (магистратура, специалитет) Higher (Master's degree, specialty)	0,131
Высшее (аспирантура, ординатура) Higher (postgraduate studies, residency)	0,863
Нет образования | No education	0,775
Совокупный месячный доход семьи The total monthly income of the family	
Менее 50 тыс. рублей в месяц Less than 50 thousand rubles per month	0,717
Более 50 тыс. рублей в месяц More than 50 thousand rubles per month	0,660
Нет стабильного заработка There is no stable income	0,354

Примечание. Полужирное выделение значений указывает на наличие статистически достоверной положительной связи между вероятностью наличия отдельной кровати у ребенка и данными переменными (переменные увеличивают вероятность наличия отдельной кровати).

Note. Bold values indicate that there is a statistically significant positive relationship between the probability of a child having a separate bed and these variables (variables increase the probability of having a separate bed).

Кровать ребёнка располагается в комнате с родителями в 73% случаев (*n*=438), у противоположной стены — в 20% (*n*=122), однако в 7% (*n*=44) кровать была в отдельной комнате. Важным моментом в профилактике СВМС является раздельный сон с ребёнком, тем не менее 62% родителей (*n*=377) предпочитают совместный сон. Во время дневного сна 95% (*n*=577) родителей укладывают младенца не в кровать, а, например, на диван, кресло, шезлонг, электронные качели.

У 55% (*n*=316) опрошенных ребёнок находился на грудном вскармливании, у 32% (*n*=86) — на искусственном, у 13% (*n*=21) — на смешанном вскармливании. Во время сна 58% (*n*=355) детей используют пустышки. По данным многофакторного регрессионного анализа имеется статистически достоверная (*p*=0,02) отрицательная связь между искусственным вскармливанием и вероятностью совместного сна (искусственное вскармливание уменьшает вероятность совместного сна; табл. 2).

Дополнительные результаты исследования

Большинство родителей имели среднее специальное образование (44% женщин и 49% мужчин), а высшее образование было представлено в следующих вариантах: бакалавриат — 23% матерей и 18% отцов; магистратура/специалитет — 19% матерей и 17% отцов. Брак был зарегистрирован в 83% случаев. Около 56% опрошенных семей имели ежемесячный доход выше 50 тыс. рублей, у 35% он составлял менее этой суммы, а 9% респондентов испытывали трудности с регулярным доходом. Взаимосвязь между уровнем образования родителей, уровнем дохода и вероятностью наличия у ребёнка отдельной кроватки представлена в табл. 1. Пагубное влияние курения на среду младенца было выявлено в 39% случаев. Взаимосвязь между совместным сном родителей и ребёнка и такими факторами, как возраст родителей, брак, совместное проживание, характер вскармливания, использование пустышки, вредные привычки представлена в табл. 2.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Результаты опроса показали высокую частоту предпочтений родителей, характерных для неблагоприятных условий сна младенцев, ассоциированных с возможным повышением риска СВСМ: сон на боку и животе, мягкие и пружинные матрасы, небезопасное использование одеял, бамперов, балдахинов. Несмотря на то что почти все дети (95%) имеют отдельные кроватки, 62% родителей предпочитают совместный сон. Многофакторный регрессионный анализ показал, что чем выше уровень образования родителей, тем больше вероятность наличия у ребёнка отдельной кроватки. Полученные взаимосвязи

Таблица 2. Независимые предикторы совместного сна родителей с младенцем: результаты многофакторного регрессионного анализа (*n*=607)

Table 2. Independent predictors of parental-infant co-sleeping: results of multivariate regression analysis (*n*=607)

Характеристика | Characteristic	*p*
Возраст матери | Mother's age	0,443
Возраст отца | Father's age	0,856
Брак зарегистрирован The marriage is registered	0,403
Брак не зарегистрирован, но живут вместе The marriage is not registered, but they live together	0,877
Воспитывает одна ребёнка She is raising a child alone	0,736
Наличие отдельной кровати у ребёнка Having a separate bed for a child	0,281
Использование пустышки | Using a pacifier	0,762
Грудное вскармливание | Breastfeeding	0,052
Искусственное вскармливание | Artificial feeding	**0,020**
Смешанное вскармливание | Mixed feeding	0,682
Курение в семье | Smoking in the family	0,199
Курение матери | Mother's smoking	0,783
Курение отца | Father's smoking	0,414
Курение родственников | Smoking relatives	0,248
Употребление алкоголя в семье Alcohol consumption in the family	0,994
Употребление алкоголя матерью Alcohol consumption by the mother	0,982
Употребление алкоголя отцом Alcohol consumption by the father	0,189
Употребление алкоголя родственниками Alcohol consumption by relatives	0,727

Примечание. Полужирное выделение значений указывает на наличие статистически достоверной (*p*=0,02) отрицательной связи между искусственным вскармливанием и вероятностью совместного сна (искусственное вскармливание уменьшает вероятность совместного сна).

Note. Bold highlighting of values indicates the presence of a statistically significant (*p*=0.02) negative relationship between artificial feeding and the likelihood of co-sleeping (artificial feeding reduces the likelihood of co-sleeping).

нашли отражение и в международных исследованиях [3]. Однако независимым предиктором совместного сна с ребёнком явилось искусственное вскармливание, которое уменьшает вероятность совместного сна. Дискуссия по поводу профилактического влияния грудного вскармливания на частоту СВМС продолжается [12, 18, 19]. Доказаны протективные эффекты грудного молока, однако очевидно, что грудное вскармливание, в отличие от искусственного, предрасполагает к совместному нахождению матери и младенца в одной кровати и как, следствие, нередко к совместному сну. Совместный сон (определяемый здесь как совместное использование взрослой кровати) облегчает грудное вскармливание и ассоциируется с более частым ночным кормлением грудью. Таким образом, непосредственно грудное вскармливание не является фактором риска СВМС, оно прогнозирует небезопасный совместный сон. Эти данные подтверждаются в отечественных и зарубежных исследованиях [12, 19, 23].

Обсуждение основного результата исследования

Важным аспектом является повышение информированности населения о СВМС. Информированность родителей по проблеме СВСМ в Республике Карелия начинается при проведении школы «Уверенное материнство» на базе Республиканского перинатального центра им. К.А. Гуткина (Петрозаводск), которую ведут врачи акушеры-гинекологи, акушерки, врачи-неонатологи и неонатальные медицинские сёстры. Кроме того, в каждой палате совместного пребывания матери и ребёнка и на официальной странице перинатального центра есть информационные материалы с QR-кодом по профилактике СВМС. В детских поликлиниках Республики Карелия врачами-педиатрами, фельдшерами и медицинскими сёстрами проводится просветительская работа с семьями, имеющими детей первого года жизни, и будущими родителями в рамках дородовых патронажей, послеродовых патронажей и в виде школ для родителей, а также публикаций на официальных страницах и в группах социальных сетей медицинских организаций. Отдельные образовательные мероприятия по профилактике СВМС проводятся среди врачей-педиатров, фельдшеров и медицинских сестёр. Увеличение знаний родителей о создании правильных условий сна ребёнка может значительно снизить уровень младенческой смертности, связанной с этим синдромом. Образовательные программы, семинары и информационные кампании могут сыграть ключевую роль в распространении знаний о том, как создать безопасную среду для сна ребёнка до года. Это не только поможет снизить риск СВМС, но и обеспечит более спокойный и здоровый сон младенцев и их родителей.

Ограничения исследования

Методы сбора данных (анкета) имели ограничения. Например, респонденты могут не всегда точно помнить или объективно оценивать свои действия, что ведёт к ложноположительным или ложноотрицательным ответам. Кроме того, родители могут не осознавать или не признавать потенциальные риски, что искажает фактическое положение вещей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведённого исследования показывают, что многие дети первого года жизни в Республике

Карелия имеют неблагоприятные условия сна, что, в свою очередь, может значительно повысить риск СВМС. Эти условия могут включать как физические аспекты (неправильное положение во время сна), так и социальные факторы (недостаток информации о безопасных способах укладывания младенцев). Таким образом, работа по повышению осведомлённости родителей о безопасных практиках сна должна стать приоритетом для медицинских работников и общественных организаций в регионе.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Ю.Р. Зарипова — проведение анкетирования, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; Д.Д. Варламова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Н.Н. Кораблева — концепция и дизайн исследования. 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).

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 01/04-22 от 29.04.2022).

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Yu.R. Zaripova — conducting a survey, literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; D.D. Varlamova — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; N.N. Korableva — research concept and design. 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).

Ethical expertise. The study was approved by the local Ethics Committee of the Northern State Medical University (Protocol No. 01/04-22 dated 04/29/2022).

Funding source. Missing.

Disclosure of interests. The authors declare the absence of relations, activities and interests over the past three years related to third parties (commercial and non-commercial), whose interests may be affected by the content of the article.

Originality. When creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

Access to data. The editorial policy regarding data sharing is not applicable to this work, and no new data has been collected or created.

Generative artificial intelligence. Generative artificial intelligence technologies were not used in the creation of this article.

Review and peer review. This work was submitted to the journal on its own initiative and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Mathews TJ, Driscoll AK. Trends in Infant Mortality in the United States, 2005–2014. *NCHS Data Brief*. 2017;(279):1–8.
2. Kryuchko DS, Ryumina II, Chelysheva VV, et al. Infant out-of-hospital mortality and ways to reduce it. *Current Pediatrics*. 2018;17(6):434–441. doi: 10.15690/vsp.v17i6.1973 EDN: YUONFZ
3. Glinge C, Rossetti S, Oestergaard LB, et al. Risk of sudden infant death syndrome among siblings of children who died of sudden infant death syndrome in Denmark. *JAMA Netw Open*. 2023;6(1):e2252724. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.52724
4. Kinney HC, Thach BT. The sudden infant death syndrome. *N Engl J Med*. 2009;361(8):795–805. doi: 10.1056/NEJMra0803836
5. Li DK, Petitti DB, Willinger M, et al. Infant sleeping position and the risk of sudden infant death syndrome in California, 1997–2000. *Am J Epidemiol*. 2003;157(5):446–455. doi: 10.1093/aje/kwf226
6. Fleming PJ, Blair PS, Bacon C, et al. Environment of infants during sleep and risk of the sudden infant death syndrome: results of 1993-5 case-control study for confidential inquiry into stillbirths and deaths in infancy. Confidential enquiry into stillbirths and deaths regional coordinators and researchers. *BMJ*. 1996;313(7051):191–195. doi: 10.1136/bmj.313.7051.191
7. Renz-Polster H, Blair PS, Ball HL, et al. Death from failed protection? An evolutionary-developmental theory of sudden infant death syndrome. *Hum Nat*. 2024;35(2):153–196. doi: 10.1007/s12110-024-09474-6
8. Malloy MH. Trends in postneonatal aspiration deaths and reclassification of sudden infant death syndrome: impact of the "Back to Sleep" program. *Pediatrics*. 2002;109(4):661–665. doi: 10.1542/peds.109.4.661
9. Tablizo MA, Jacinto P, Parsley D, et al. Supine sleeping position does not cause clinical aspiration in neonates in hospital newborn nurseries. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2007;161(5):507–510. doi: 10.1001/archpedi.161.5.507
10. Siegel DN, Goldrod S, Wilson C, et al. Commercial infant products influence body position and muscle use. *Early Hum Dev*. 2024;198:106122. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2024.106122
11. Wang J, Siddicky SF, Carroll JL, et al. Infant inclined sleep product safety: A model for using biomechanics to explore safe infant product design. *J Biomech*. 2021;128:110706. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110706
12. Moon RY, Carlin RF, Hand I. Sleep-related infant deaths: Updated 2022 Recommendations for reducing infant deaths in the sleep environment. *Pediatrics*. 2022;150(1):e2022057990. doi: 10.1542/peds.2022-057990
13. Parks SE, DeSisto CL, Kortsmit K, Bombard JM, ShapiroMendoza CK. Risk Factors for Suffocation and Unexplained Causes of Infant Deaths. *Pediatrics*. 2023;151(1):e2022057771. doi: 10.1542/peds.2022-057771
14. Kemp JS, Nelson VE, Thach BT. Physical properties of bedding that may increase risk of sudden infant death syndrome in prone-sleeping infants. *Pediatric Research*. 1994;36(1 Pt 1):7–11. doi: 10.1203/00006450-199407001-00002
15. Kemp JS, Livne M, White DK, Arfken CL. Softness and potential to cause rebreathing: Differences in bedding used by infants at high and low risk for sudden infant death syndrome. *J Pediatr*. 1998;132(2):234–239. doi: 10.1016/s0022-3476(98)70437-8
16. Ormanoski M, Duffy S. Preventing sleep-related deaths in infants. *R I Med J* (2013). 2024;107(8):18–20.

17. Erck Lambert AB, Parks SE, Cottengim C, et al. Sleep-related infant suffocation deaths attributable to soft bedding, overlay, and wedging. *Pediatrics*. 2019;143(5):e20183408. doi: 10.1542/peds.2018-3408
18. Kim TH, Lee H, Woo S, et al. Prenatal and postnatal factors associated with sudden infant death syndrome: an umbrella review of meta-analyses. *World J Pediatr*. 2024;20(5):451–460. doi: 10.1007/s12519-024-00806-1
19. Thompson JMD, Tanabe K, Moon RY, et al. Duration of breastfeeding and risk of SIDS: An individual participant data meta-analysis. *Pediatrics*. 2017;140(5):e20171324. doi: 10.1542/peds.2017-1324
20. Jawed A, Jassal M. When there is no air, the cradle will fall: A narrative review of tobacco-related content across infant safe sleep interventions. *Front Pediatr*. 2022;10:994702. doi: 10.3389/fped.2022.994702
21. Brink LT, Springer PE, Nel DG, et al. The tragedy of smoking, alcohol, and multiple substance use during pregnancy. *S Afr Med J*. 2022;112(8):526–538. doi: 10.7196/SAMJ.2022.v112i8.16480
22. de Visme S, Korevaar DA, Gras-Le Guen C, et al. Inconsistency between pictures on baby diaper packaging in Europe and safe infant sleep recommendations. *J Pediatr*. 2024;264:113763. doi: 10.1016/j.jpeds.2023.113763
23. Korableva NN, Trofimova EV, Garipova DV, et al. Safe sleep space for infants: analysis of the situation in the European North of Russia. *Russian Pediatric Journal*. 2015;18(6):4–9. EDN: TGQHUF

ОБ АВТОРАХ

*** Юлия Рафаэльевна Зарипова,** д-р мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 185035, Петрозаводск, ул. Фридриха Энгельса, д. 25а–6;
ORCID: 0000-0002-6907-2382;
eLibrary SPIN: 4597-2625;
e-mail: julzar@mail.ru

Дарина Дмитриевна Варламова;
ORCID: 0000-0002-4015-5109;
eLibrary SPIN: 3901-0250;
e-mail: darinavrlm@gmail.com

Наталья Николаевна Кораблева, д-р мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-8195-8111;
eLibrary SPIN: 1597-8390;
e-mail: kemcard@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Yuliya R. Zaripova,** MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
address: 25a–6 Friedrich Engels st, Petrozavodsk, Russia, 185035;
ORCID: 0000-0002-6907-2382;
eLibrary SPIN: 4597-2625;
e-mail: julzar@mail.ru

Darina D. Varlamova;
ORCID: 0000-0002-4015-5109;
eLibrary SPIN: 3901-0250;
e-mail: darinavrlm@gmail.com

Natalya N. Korableva, MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
ORCID: 0000-0001-8195-8111;
eLibrary SPIN: 1597-8390;
e-mail: kemcard@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco636868 EDN: TCKUDX

Городская экология сквозь призму эпидемии ожирения и темпов соматического роста

Т.К. Федотова, А.К. Горбачева, Е.Ю. Пермякова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Актуальность настоящего исследования продиктована значительным увеличением количества городских детей и подростков с избыточной массой тела и ожирением при одновременно зафиксированных сдвигах в темпах полового созревания.

Цель. Поиск соответствий и взаимосвязи между временны́ми колебаниями темпов роста и эпидемией жироотложения по выборкам московских школьников.

Материалы и методы. Проанализирована обширная выборка московских школьников (7/8–17 лет), обследованных в период с 1950-х гг. до начала XXI в. В работе использованы как литературные данные, так и собственные материалы авторов. Для оценки межгрупповых различий привлечены этнотерриториальные выборки нашей страны и ближайшего зарубежья. Для каждого из обследованных кластеров определён возраст максимальной скорости увеличения длины тела в подростковом периоде (пик скорости роста), а также использованы показатели величины жироотложения: толщина кожно-жировых складок под лопаткой и на трицепсе, индекс массы тела.

Результаты. Показано, что ростовой процесс у мальчиков является более взаимосвязанным комплексом, о чём свидетельствуют и более выраженная секулярная динамика пика скорости роста, и находящаяся с ней в строгой противофазе динамика изменения величины жироотложения, и статистически значимые корреляции между темпами роста и уровнем жироотложения на интервале 7/8–17 лет, и достоверные корреляции пика скорости роста и индекса массы тела в 7–8 лет. Одновременно частота корреляций с интенсивностью (уровнем прироста в сантиметрах) пика скорости роста одинакова для девочек и мальчиков (по 6 достоверных корреляций), их знак, в отличие от возраста пика скорости роста, положительный: чем больше длина тела, тем выше интенсивность пика скорости роста. Самый высокий уровень корреляций длины тела с интенсивностью пика скорости роста отмечается в 7 лет, безальтернативно к полу, что позволяет осторожно говорить о неслучайном вкладе длины тела на данном этапе (примерно в возрасте полуростового скачка) в интенсивность пика скорости роста.

Заключение. Темпы роста московских мальчиков ассоциированы с абсолютными значениями показателей жироотложения, в частности, толщиной жировой складки на спине и индексом массы тела. У девочек параллелизм секулярной динамики возраста достижения максимальной скорости роста и динамики изменения толщины жировых складок выражен менее чётко. Ведущим компонентом в процессе развития вторичных половых признаков (темпов развития) для этой группы является обезжиренная масса тела.

Ключевые слова: биологическая антропология; темпы физического развития; жироотложение; ожирение; длина тела.

Как цитировать:
Федотова Т.К., Горбачева А.К., Пермякова Е.Ю. Городская экология сквозь призму эпидемии ожирения и темпов соматического роста // Экология человека. 2024. Т. 31, № 9. С. 666–677. DOI: 10.17816/humeco636868 EDN: TCKUDX

Рукопись поступила: 09.10.2024 **Рукопись одобрена:** 18.02.2025 **Опубликована online:** 16.03.2025

ЭКО•ВЕКТОР

Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco636868 EDN: TCKUDX

Urban ecology through the prism of the obesity epidemic and the tempo of somatic growth

Tatiana K. Fedotova, Anna K. Gorbachyova, Ekaterina Yu. Permiakova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The relevance of this study is dictated by a significant increase in the number of overweight and obese urban children and adolescents at the same time with recorded shifts in the pace of puberty.

AIM: The aim of the study was to find correlations and relationships between temporary fluctuations in growth rates and the epidemic of fat deposition on the materials of children in Moscow.

MATERIALS AND METHODS: The study analyzes an extensive group of samples of Moscow schoolchildren (7/8–17 years old) examined in the interval from the 1950s to the beginning of the XXI century. The work uses both literary data and the authors' own materials. To assess the intergroup differences, ethnoterritorial samples of both our country and the nearest abroad were involved. For each of the examined clusters, the age of the maximum rate of increase in body height in adolescence (a peak height velocity, PHV) was determined, and indicators of the amount of fat deposition were also used: the thickness of the skin-fat folds under the shoulder blade and on the triceps, body mass index.

RESULTS: It is shown, that the growth in boys is a more interconnected complex of processes, as evidenced by the more pronounced secular dynamics of the PHV, and the dynamics of changes in the amount of fat deposition that are in strict antiphase with it, and statistically significant correlations between growth rates and the level of fat deposition in the interval 7/8–17 years, and reliable correlations of the PHV and BMI in 7–8 years old. At the same time, the frequency of correlations with the intensity (the level of growth in cm) of PHV is the same for girls and boys (6 reliable correlations each) and their sign, unlike the age of PHV, is positive — the longer the body height, the higher the intensity of PHV. The highest level of correlations of body height with the intensity of PHV is noted at 7 years old, with no alternative to gender, which allows us to speak cautiously about the non-accidental contribution of body height, approximately at the age of a half-growth leap, to the intensity of APHV.

CONCLUSION: According to the results of the study, it can be concluded that the growth rates of Moscow boys are associated with the absolute values of fat deposition, in particular, the thickness of the fat fold on the back and the body mass index. In girls, in turn, the parallelism of the secular dynamics of the age of maximum growth rate and the dynamics of changes in the thickness of fat folds is less clearly expressed. The leading component in the development of secondary sexual characteristics (development rates) for this group is low-fat body weight.

Keywords: physical anthropology; sexual maturation; body fat; obesity; body height.

To cite this article:
Fedotova TK, Gorbachyova AK, Permiakova EYu. Urban ecology through the prism of the obesity epidemic and the tempo of somatic growth. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):666–677. DOI: 10.17816/humeco636868 EDN: TCKUDX

Submitted: 09.10.2024 **Accepted:** 18.02.2025 **Published online:** 16.03.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco636868 EDN: TCKUDX

透过肥胖症流行和体格生长速度的镜面看城市生态学

Tatiana K. Fedotova, Anna K. Gorbachyova, Ekaterina Yu. Permiakova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

摘要

论证。城市儿童和青少年的超重和肥胖人数显著增加，同时已记录的性成熟速度变化，这就决定了本研究的紧迫性。

目的。在莫斯科中小学学生抽样中，寻找生长率的时间波动与脂肪沉积流行之间的对应和相互关系。

材料和方法。分析了从20世纪50年代到21世纪初调查的大量莫斯科中小学生7/8～17岁）样本。本文既使用了文学资料，也使用了作者自己的材料。为了评估群体间的差异，民族地区抽样调查不仅选取我国，还有领国的样本。对于每个调查群体都确定了青春期体长最大增长速度的年龄（增长速度峰值），还使用了脂肪沉积量的指标：肩胛骨下和肱三头肌的皮褶赘肉厚度、体重指数。

结果。结果显示，男孩的生长过程是一个相互关联的复杂过程，表现为生长速率峰值的长期动态变化更为明显，而脂肪沉积的动态变化与之严格反相，7/8～17岁期间的生长速率与脂肪沉积水平之间存在统计学意义上的显著相关性，7～8岁时的生长速率峰值与体重指数之间存在确切的相关性。同时，女孩和男孩与生长率峰值的强度（以厘米为单位的增长水平）相关的频率是相同的（各有6个显著的相关性），其符号，与峰值生长速度的年龄不同，是正向的：体长越大，生长率峰值的强度越高。7岁时，体长与生长率峰值强度的相关性达到最高水平，在不考虑性别的情况下，允许谨慎地讨论7岁（约在半生长高峰期）体长对生长率峰值强度的非随机贡献。

结论。莫斯科男孩的生长速度与脂肪沉积指标的绝对值有关，特别是背部的赘肉厚度和体重指数。女孩达到最大生长速度的年龄的长期动态与赘肉厚度变化的动态之间的平行关系不那么是明显。这个群体第二性征（发育速度）发育过程的主要因素是无脂体重。

关键词：生物人类学；身体发育率；脂肪沉积；肥胖；体长。

引用本文:

Fedotova TK, Gorbachyova AK, Permiakova EYu. 透过肥胖症流行和体格生长速度的镜面看城市生态学. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):666–677. DOI: 10.17816/humeco636868 EDN: TCKUDX

收到: 09.10.2024 **接受:** 18.02.2025 **发布日期:** 16.03.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

В конце XIX — начале XX в. в мире отмечалось снижение наступления возраста полового созревания у детей, далее этот тренд прекратился, вероятнее всего, по причине достижения стабильности оциально-экономических и санитарных условий, пищевого статуса [1]. В Дании, в частности, отмечено уменьшение возраста пубертатного созревания детей, родившихся на историческом интервале с 1930 по 1969 г. [2], затем некоторая стабилизация и дальнейшее продолжение этого тренда, начиная с 1990-х гг. [3]. Аналогичные тенденции отмечены в США [4] в сравнении с результатами предшествующего мониторинга [5], однако достоверность тренда для мальчиков США подвергается сомнению [6]. Одновременно на интервале 1975–2016 гг. во всём мире вырос процент встречаемости ожирения у детей, подростков и взрослых, судя по величине индекса массы тела (ИМТ) [7].

В связи с тем, что пубертат венчает собой целую цепочку событий роста и развития, отражает взаимосвязь генетических, метаболических, пищевых и гормональных факторов, точная идентификация триггера его наступления неизменно привлекает внимание ауксологов. Пубертатный скачок инициируется активацией гипоталамо-гипофизарной системы, приводящей к развитию вторичных половых признаков, однако специфические факторы этой активации до настоящего времени не установлены. Гипотеза «критического веса», предложенная R.E. Frisch и R. Revelle [8] в начале 1970-х гг., предполагала наступление возраста полового созревания по достижении минимальной массы тела 48 кг или 22% вклада в неё жирового компонента. То есть достижение индивидом определённой величины данного показателя, по мнению авторов, служило сигналом для гормональной перестройки организма, в которой преимущественное значение имел не календарный возраст, а уровень развития компонентов сомы. При этом, например, разноэтничные жительницы СССР и школьницы США, обследованные в 1960–1980-е гг., обладали практически идентичными средними значениями массы тела (разброс от 45 до 48 кг), но более раннее половое созревание было отмечено у американок [9]. По результатам других отечественных работ был подтверждён вывод о том, что уровень полового созревания детей школьного возраста слабо связан с развитием жировой клетчатки [10]. Также продемонстрировано, что на возрастном интервале 0–6 лет показатели биологического возраста (моторный и зубной возраст в грудном периоде; зубной возраст и филиппинский тест у дошкольников) также связаны преимущественно с развитием скелетных размеров тела, но не показателей жироотложения [11].

Тем не менее недавние секулярные тренды темпов роста, похоже, совпадают с тенденцией увеличения ожирения и избыточного веса, что инициировало дискуссию о том, является ли раннее созревание следствием эпидемии жироотложения [12–14]. В частности, для датских детей с 1930 по 1982 г. рождения (численность массива данных 350 445 детей обоего пола) показано, что, несмотря на временну́ю стабильность центрального перцентиля в распределении ИМТ, в выборке явно увеличивается частота повышенного веса и ожирения [15]. И одновременно для выборки зафиксировано снижение возраста пубертатного скачка роста детей обоего пола, родившихся с 1930 по 1969 г. (156 835 человек). Дальнейшие исследования этой группы позволяют заключить, что, чем тяжелее препубертатные дети (чем выше ИМТ в 7 лет), тем раньше имеют место события пубертата. При этом отсутствие полного соответствия величины ИМТ в 7 лет возрасту наступления полового созревания предполагает, что эпидемия жироотложения не единственный фактор ускорения темпов роста [16]. Впрочем, результаты аналогичного более позднего скрининга детей Дании позволяют с большей уверенностью говорить об опосредованности возраста пубертата уровнем жироотложения для девочек и аналогичной тенденции для мальчиков [17]. Близкие результаты были получены при обследовании чешских [18], турецких [19] и чилийских [20] подростков.

Интересными представляются результаты исследования сроков полового созревания у белых и афроамериканских школьниц США: показано, что раннее половое созревание в группе последних тесно сопряжено с увеличением средних значений ИМТ. С учётом того, что разрыв в сроках наступления менархе особенно сильно увеличился за 20 лет (достигая четырёх месяцев), в течение которых активно разворачивались программы приёма суплементарных пищевых добавок среди афроамериканского населения страны, эта связь кажется логичной [21].

Обсуждаемые тренды относятся к детскому населению городов и наблюдаются на фоне усиления урбанизации ниши развития, находясь в непосредственной связи с её степенью. Объективно существующие ассоциации между уровнем урбанизации (численность населения места жительства) и показателями соматической изменчивости детей и подростков (пик скорости роста (ПСР) у мальчиков, ИМТ у детей 8 лет, величина кожно-жировой складки на трицепсе у девочек 17 лет даже при скромной численности выборки) приведены и для материалов настоящего исследования (табл. 1). Уровень корреляций свидетельствует о значимом вкладе экологии города в соматический статус детской популяции, вплоть до 30%. Дифференцированная, что очевидно из таблицы, по полу экочувствительность и фенотипическая пластичность иллюстрируют половые различия адаптивных стратегий.

Цель исследования. Основная цель собственного исследования заключалась, во-первых, в поиске соответствий между временны́ми колебаниями темпов роста и эпидемией жироотложения на выборках детей Москвы, во-вторых, в межгрупповом анализе взаимосвязи темпов роста (индикатор — ПСР) и уровня жироотложения (индикаторы — толщина жировой складки под лопаткой,

Таблица 1. Ранговые корреляции (по Спирмену) величины индекса массы тела у детей в 7 и 8 лет, жировых складок в 17 лет и пика скорости роста с численностью населения пункта проживания

Table 1. Spearman Rank correlations of the body mass index in children at 7 and 8 years old, skin fat folds at 17 years old and the peak height velocity with the population of the place of residence

Признаки | Signs		Мальчики | Boys	Девочки | Girls
Индекс массы тела, 7 лет | Body mass index, 7 years old	N	34	35
	R	0,19	–0,02
	p	0,283	0,901
Индекс массы тела, 8 лет | Body mass index, 8 years old	N	45	47
	R	0,40*	0,21
	p	0,006	0,154
Жировая складка под лопаткой, 17 лет Subscapular skinfold, 17 years old	N	14	14
	R	0,10	0,31
	p	0,725	0,288
Жировая складка на трицепсе, 17 лет Triceps skinfold, 17 years old	N	13	13
	R	0,45	0,59*
	p	0,122	0,035
Пик скорости роста | Peak growth rate	N	51	54
	R	–0,35*	–0,09
	p	0,012	0,512

* $p < 0,05$.

толщина жировой складки на трицепсе, ИМТ в 7 и 8 лет) в современной дистрессовой урбанизированной среде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

К исследованию привлечены материалы из личных архивов авторов и литературные данные, подробно описанные в предшествующих публикациях [22, 23].

Для поиска возможных параллелей между временны́ми колебаниями темпов роста и эпидемией жироотложения привлечены выборки по московским школьникам 7–17 лет с 1950-х по 2010-е гг. обследования. Для поиска ассоциаций темпов роста (ПСР) и уровня жироотложения (кожные жировые складки под лопаткой и на трицепсе) на межгрупповом уровне привлечён блок этнотерриториальных выборок Российской Федерации и сопредельных стран, обследованных антропологами на протяжении второй половины XX в. Для установления уровня ассоциаций ПСР и ИМТ в возрасте 7–8 лет (то есть проверки гипотезы, является ли ИМТ в возрасте примерно полуростового скачка триггером темпов пубертатного роста) дополнительно привлечён блок выборок из сборников материалов по физическому развитию детей и подростков [22, 23].

Общая численность обследованных составила 161 651 человек (78 693 мальчика и 82 458 девочек). Характеристика обследованного контингента представлена в табл. 2.

Статистические методы

Каждая выборка содержит минимальный необходимый набор статистических параметров для каждой половозрастной группы: численность, средние арифметические величины и средние квадратические отклонения длины тела, массы тела (использовалась для расчёта ИМТ), толщина жировых складок. Для каждой выборки определён показатель, описывающий момент (хронологический возраст в годах) наибольшей скорости ростовых изменений среднего уровня длины тела в подростковом периоде (возраст ПСР), вычисленный по эмпирическим рядам ежегодных изменений средней величины длины тела с последующим сглаживанием по методу наименьших квадратов, отдельно для девочек и мальчиков. Обсуждаемый показатель невозможно было корректно рассчитать для выборки московских девочек 2005–2006 гг. обследования, поскольку значения приростов длины тела для 8–9 лет (1997–1998 гг. рождения детей) оказались примерно такого же уровня, как и девочек-подростков 12–13 лет (1992–93 гг. рождения). Не исключено, что на протяжении 1990-х гг. имелись социально-экономические сдвиги, оказавшие акцелерирующее влияние на рост девочек, родившихся в конце 1990-х гг.

Для оценки взаимосвязи темпов роста (ПСР) и уровня жироотложения, а также темпов роста и ИМТ использовали коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (распределение жироотложения и ИМТ считалось

Таблица 2. Характеристика обследованного контингента (место, год обследования, численность)
Table 2. Characteristics of the sample (place, year of survey, size)

Место обследования Place of examination	Год обследования Year of examination	Численность мальчиков The number of boys	Численность девочек The number of girls
Архангельск | Arkhangelsk	1987–1989	700	708
Архангельск | Arkhangelsk	2010	706	790
Архангельская область | Arkhangelsk region	2010	419	401
Астрахань | Astrakhan	1964	1026	1094
Ашхабад, Туркменская ССР, русские | Ashgabat, Turkmen SSR, Russian	1967	1046	1056
Ашхабад, Туркменская ССР, туркмены | Ashgabat, Turkmen SSR, Turkmens	1967	1132	1084
Балхаш Карагандинской области, русские | Balkhash, Karaganda region, Russian	1969–1970	1023	1092
Батуми, Грузинская ССР, грузинки | Batumi, Georgian SSR, Georgian Berdyansk	1974	—	657
Бердянск | Berdyansk	1967	1630	1563
Буйнакск, Дагестанская АО, кумыки Buinaksk, Dagestan Autonomous Region, Kumyki	1969	1788	1767
Вильнюс и Каунас, Литовская ССР, литовцы Vilnius and Kaunas, Lithuanian SSR, Lithuanians	1966	1239	1224
Киргизская ССР, высокогорные киргизы | Kirghiz SSR, Highland Kirghiz	1968–1969	395	355
Города Тувинской АО, русские | Cities of the Tuvan Autonomous Region, Russian	1968	602	661
Города Тувинской АО, тувинцы | Cities of the Tuvan Autonomous Region, Tuvans	1968	697	743
Горький (сейчас Нижний Новгород) | Gorky (now Nizhny Novgorod)	1959	2020	1911
Горький (сейчас Нижний Новгород) | Gorky (now Nizhny Novgorod)	1980	1660	1628
Джезказган, Казахская ССР, русские | Dzhezkazgan, Kazakh SSR, Russian	1970	964	1004
Казань, русские | Kazan, Russians	1964	1173	1316
Казань, татары | Kazan, Tatars	1964	1224	1286
Кемерово | Kemerovo	1968	2633	3154
Кишинев, Молдавская ССР, молдаване | Chisinau, Moldavian SSR, Moldovans	1969	1444	1406
Минск, Белорусская ССР | Minsk, Byelorussian SSR	1956	2002	2395
Минск, Белорусская ССР | Minsk, Byelorussian SSR	1982–1991	775	601
Москва | Moscow	2005–2009	1445	1394
Москва | Moscow	2016	1917	2073
Москва | Moscow	1928	1850	1890
Москва | Moscow	1934	4492	4768
Москва | Moscow	1956	2464	2343
Москва | Moscow	1959	1850	1890
Москва | Moscow	1960–1969	912	848
Москва | Moscow	1964	1785	1849
Москва | Moscow	1968–1970	1971	1947
Москва | Moscow	1969	1326	996
Москва | Moscow	1978	121	125
Москва | Moscow	1982–1984	335	353
Москва | Moscow	1982–1991	1150	1148
Москва | Moscow	1993	815	780

Окончание табл. 2 | End of the Table 2

Место обследования Place of examination	Год обследования Year of examination	Численность мальчиков The number of boys	Численность девочек The number of girls
Москва | Moscow	1996–2000	499	370
Москва | Moscow	2005–2006	313	326
Нижний Новгород | Nizhniy Novgorod	2010–2012	2305	2687
Новосибирск | Novosibirsk	1970–1973	1164	1241
Орёл | Orel	1959	1161	1294
пос. Олонец, карелы | Olonets village, Karelia	1989	401	410
Рига, латышская ССР, латыши | Riga, Latvian SSR, Latvians	1969	1053	1196
Ростов-на-Дону | Rostov-on-Don	1969	1437	1473
Рязань | Ryazan	1969	1331	1390
с. Лыхны, абхазы | Lykhny village, Abkhazia	1981	317	345
Сельские районы Донецкой области, Украинская ССР Rural areas of Donetsk region, Ukrainian SSR	1971	1747	1667
Сельские абхазы | Rural Abkhazians	1979	281	311
Сочи | Sochi	1968	1850	1923
Сухуми, абхазы | Sukhumi, the Abkhazians	2005	399	433
Сухуми, абхазы | Sukhumi, the Abkhazians	2012	409	410
Таллин, Эстонская ССР, эстонцы | Tallinn, Estonian SSR, Estonians	1969	2328	2304
Ташкент, Узбекская ССР, русские | Tashkent, Uzbek SSR, Russians	1969	1336	1339
Ташкент, Узбекская ССР, русские | Tashkent, Uzbek SSR, Russians	1976	1738	1913
Ташкент, Узбекская ССР, узбеки | Tashkent, Uzbek SSR, Uzbeks	1969	1521	1648
Ташкент, Узбекская ССР, узбеки | Tashkent, Uzbek SSR, Uzbeks	1976	1951	2099
Тбилиси, Грузинская ССР, грузинки | Tbilisi, Georgian SSR, Georgians	1975	—	655
Фрунзе (Бишкек), Киргизская ССР, киргизы Frunze (Bishkek), Kirghiz SSR, Kirghiz	1973	2233	2275
Фрунзе (Бишкек), Киргизская ССР, русские Frunze (Bishkek), Kirghiz SSR, Russians	1973	1367	1412
Харьков, Украинская ССР | Kharkiv, Ukrainian SSR	1959	1879	2062
Центральные районы Белорусской ССР | Central regions of the Byelorussian SSR	1980	599	615
Элиста | Elista	2007–2011	343	360
Итого | Total		78 693	82 458
		161 151	

отклоняющимся от нормального Гауссова). Для обработки результатов использовали пакет программ STATISTICA 12 (StatSoft, Inc. (2014), version 12.

Этическая экспертиза

Исследование соответствовало принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. (для литературных данных). Все участники исследований, проведённых при непосредственном участии авторов, подписывали форму, утверждённую локальным этическим комитетом биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (положительное заключение № 55 от 26.03.2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 1–4 представлена динамика возраста ПСР и величин жировых складок под лопаткой и на трицепсе

у девочек и мальчиков Москвы 7–13 лет на историческом интервале 1960–2000-е гг. Для мальчиков отмечается небольшое увеличение возраста ПСР (наиболее поздний возраст пика) на интервале от 1960-х к 1970-м гг., для выборки начала 1970-х гг. возраст ПСР составляет 14,7 года и далее снижается почти непрерывно к выборке 2016 г. до уровня 12,3 года (небольшой «откат» величиной около 0,3 года от тренда отмечается для выборки 2009 г.). При этом средняя толщина жировой складки под лопаткой для каждой из одногодовых возрастных групп заметно уменьшается от 1960-х к 1970-м гг. (вдвое для 12-летних подростков), более или менее стабилен показатель на интервале 1970–1990-е гг., к 2000-м гг. его величина стремительно увеличивается и вновь уменьшается далее. Толщина жировой складки на трицепсе также стабильна на интервале 1970–1990-е гг. и резко возрастает к 2000-м гг.

У девочек секулярные колебания ПСР на интервале 1960–2010-е гг. укладываются в более узкий коридор 11,1–11,8 года, достигая максимума (самый поздний срок ПСР) в 1970-х гг., уменьшаясь к 1990-м гг. и далее к 2016 г., демонстрируя, по аналогии с мальчиками, тот же «откат» в 2009 г. Жировая складка под лопаткой заметно уменьшается на интервале 1960–1970-е гг.

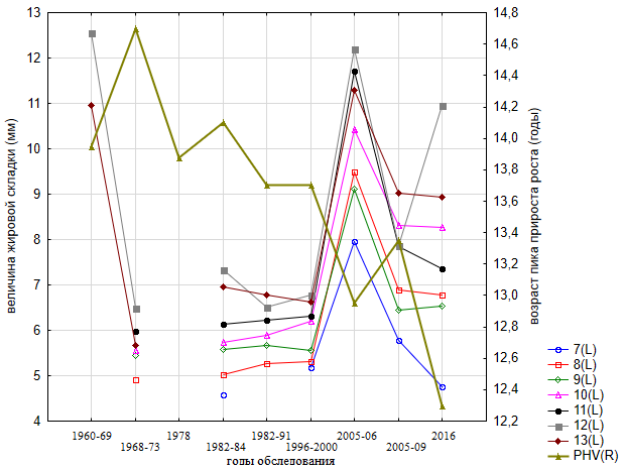

Рис. 1. Временна́я динамика величины жировой складки под лопаткой в возрасте 7–13 лет (левая ось Y) и возраста достижения пика скорости роста (PHV; правая ось Y) у московских мальчиков 1960–2010 гг. обследования.

Fig. 1. Temporal changes of subscapular skinfold value at age 7–13 years (left axis Y) and of age of peak height velocity (PHV; right axis Y) of Moscow boys 1960–2010 years of observation.

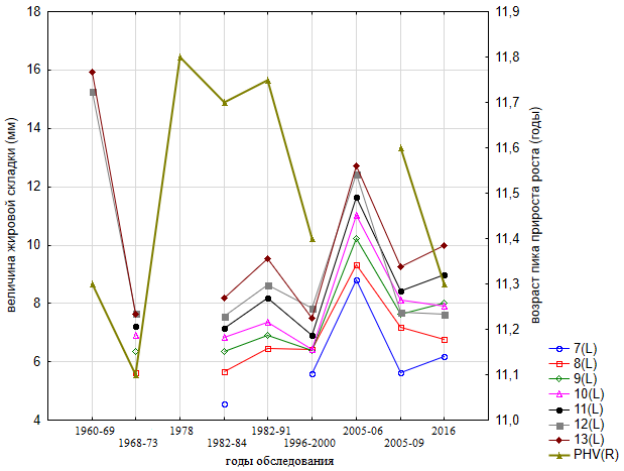

Рис. 2. Временна́я динамика величины жировой складки под лопаткой в возрасте 7–13 лет (левая ось Y) и возраста достижения пика скорости роста (PHV; правая ось Y) у московских девочек 1960–2010 гг. обследования.

Fig. 2. Temporal changes of subscapular skinfold value at age 7–13 years (left axis Y) and of age of peak height velocity (PHV; right axis Y) of Moscow girls 1960–2010 years of observation.

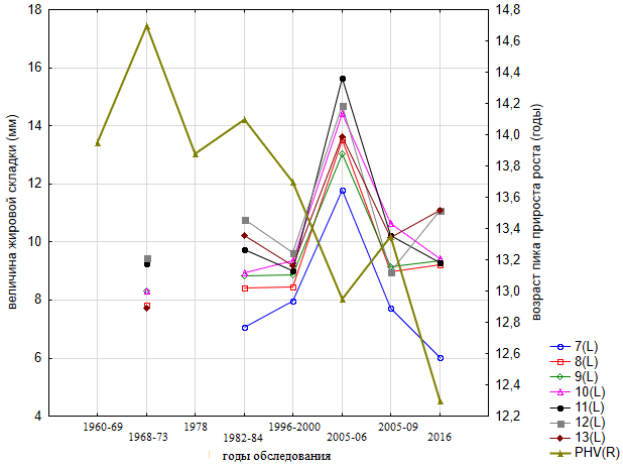

Рис. 3. Временна́я динамика величины жировой складки на трицепсе в возрасте 7–13 лет (левая ось Y) и возраста достижения пика скорости роста (PHV; правая ось Y) у московских мальчиков 1960–2010 гг. обследования.

Fig. 3. Temporal changes of triceps skinfold value at age 7–13 years (left axis Y) and of age of peak height velocity (PHV; right axis Y) of Moscow boys 1960–2010 years of observation.

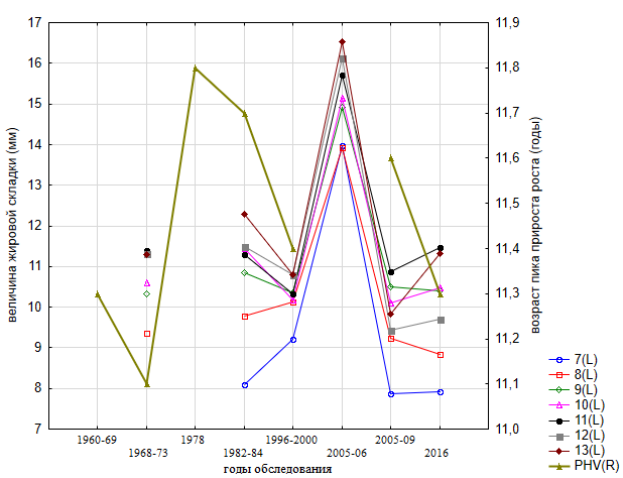

Рис. 4. Временна́я динамика величины жировой складки на трицепсе в возрасте 7–13 лет (левая ось Y) и возраста достижения пика скорости роста (PHV; правая ось Y) у московских девочек 1960–2010 гг. обследования.

Fig. 4. Temporal changes of triceps skinfold value at age 7–13 years (left axis Y) and of age of Peak Height Velocity (PHV; right axis Y) of Moscow girls 1960–2010 years of observation

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco636868

синхронно с мальчиками, далее колеблется на уровне 6–8 мм, несколько увеличиваясь к 1980-м гг., уменьшаясь к 1990-м гг. до уровня 1970-х гг. и вновь увеличиваясь в 2005–2016 гг. Величина жировой складки на трицепсе более или менее стабильна во времени, но эта тенденция нарушается значительным её увеличением в выборке 2005–2006 гг.

На рис. 5 представлены сглаженные кривые секулярной динамики возраста ПСР у московских девочек и мальчиков с привлечением выборок 1920–1930-х гг. обследования, для которых, к сожалению, отсутствуют измеренные показатели жироотложения. На этих рисунках чётко виден секулярный тренд уменьшения возраста ПСР на историческом интервале 1920–1950-е гг. Здесь следует отметить, что выявленные авторами тенденции касаются непосредственно изученного контингента московских детей. Население Москвы по своей численности во многом сопоставимо с популяцией небольшого европейского государства, поэтому не исключено, что для соматического статуса детей, проживающих в разные моменты времени в разных частях этого мегаполиса, может существовать определённая специфика, связанная с социальным статусом выборки, экологическим статусом места проживания и другими факторами.

В табл. 3 представлены ранговые корреляции Спирмена, описывающие связь возраста ПСР с толщиной жировой складки под лопаткой в разных годичных группах мальчиков. Ещё раз обращаем внимание читателей, что корреляция Спирмена выбрана с учётом хорошо известной асимметричности распределения показателей жироотложения и тенденции к двувершинности межгруппового распределения ПСР, показанной авторами ранее [24]. Выявлен явный половой диморфизм: для мальчиков число неслучайных корреляций двух показателей зафиксировано для ряда возрастов — 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17 лет, что свидетельствует о заметной связи темпов роста и показателей жироотложения. Знак корреляций отрицательный: чем меньше возраст ПСР (чем раньше имеет место ПСР), тем больше толщина жировой складки под лопаткой. Для девочек единственная неслучайная корреляция выявлена для возраста 17 лет, указывающая на отсутствие связи темпов роста и жироотложения. Равным образом не зафиксировано значимых корреляций ПСР и толщины жировой складки на трицепсе для девочек.

В табл. 4 представлена корреляция возраста ПСР с ИМТ в возрасте 7 и 8 лет. ИМТ является на сегодня стандартным индикатором уровня жироотложения и, следовательно, в случае обнаружения значимых корреляций возраста ПСР с ИМТ в 7–8 лет можно считать подтверждённой на российских материалах заявленную во введении гипотезу о том, что жироотложение в возрасте первого детства является триггером для наступления пубертатного ускорения роста. Для всей совокупности привлечённых выборок мальчиков (n=36

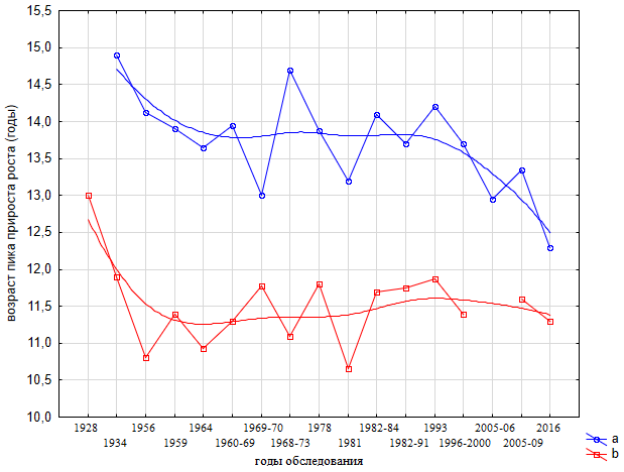

Рис. 5. Сглаженные кривые секулярной динамики возраста достижения пика скорости роста у московских мальчиков (a) и девочек (b) 1920–2010 гг. обследования.

Fig. 5. Smoothed curves of age of peak height velocity secular changes of Moscow boys (a) and girls (b) 1920–2010 years of observation.

для 7-летних детей и n=48 для 8-летних) корреляции достоверны (p=0,00–0,02) и достаточно выражены, достигая уровня 0,4. Таким образом, коэффициент детерминации, в частности для 8-леток, имеет значительную величину примерно 0,18, то есть вклад уровня ИМТ в 8 лет в возраст ПСР у мальчиков обеспечивает около 1/5 доли изменчивости показателя ПСР. Знаки корреляций также отрицательные, что определяет закономерность более высоких средних значений ИМТ у индивидов с более ранним наступлением ПСР.

В отличие от мальчиков, у девочек значимых корреляций ПСР и ИМТ в 7–8 лет не выявлено, хотя численности

Таблица 3. Ранговые корреляции (по Спирмену) толщины жировой складки под лопаткой с показателем пика скорости роста у мальчиков

Table 3. Spearman Rank correlations of the skinfold thickness on the back with the peak height velocity in boys

Возраст, лет Age, years	N	r	t(N-2)	p
7	10 (472)	–0,32	–0,96262	0,36
8	13 (923)	–0,73	–3,58236	0,00*
9	14 (984)	–0,65	–2,94346	0,01*
10	16 (1012)	–0,67	–3,33778	0,00*
11	16 (1063)	–0,31	–1,21665	0,24
12	16 (1017)	–0,63	–3,00810	0,01*
13	16 (1072)	–0,62	–2,96404	0,01*
14	16 (860)	–0,70	–3,65851	0,00*
15	16 (1134)	–0,54	–2,42740	0,03*
16	16 (1012)	–0,45	–1,89243	0,08
17	16 (841)	–0,54	–2,37188	0,03*

* Различия носят достоверный характер.

* The differences are significant.

Таблица 4. Ранговые корреляции (по Спирмену) индекса массы тела с показателем пика скорости роста

Table 4. Spearman Rank correlations of body mass index with the peak height velocity

Возраст, лет Age, years	N	R	*t*(N-2)	*p*
Мальчики | Boys				
7	36	–0,38	–2,39113	0,02*
8	48	–0,42	–3,14160	0,00*
Девочки | Girls				
7	39	–0,02	–0,122629	0,90
8	54	0,13	0,948438	0,35

* Различия носят достоверный характер.

* The differences are significant.

выборок и в этом случае значительные (*n*=39 для 7-летних девочек и *n*=54 для 8-летних).

ОБСУЖДЕНИЕ

Ростовой процесс у мальчиков, видимо, более чётко и жёстко определяется генетическим фактором, является более взаимосвязанным комплексом процессов, о чём свидетельствуют и более выраженная секулярная динамика ПСР, и находящаяся с ней в строгой противофазе динамика изменения величины жироотложения, и статистически значимые корреляции между темпами роста (ПСР) и уровнем жироотложения на интервале 7–8–17 лет, и достоверные корреляции ПСР и ИМТ в 7–8 лет. Разные по полу стратегии роста были ранее получены авторами при анализе корреляции возраста ПСР со значениями длины тела в каждой охватывающей годичный период группе хронологического возраста на интервале от 6 до 17 лет, отдельно для девочек и мальчиков [22]. Показана большая частота корреляций для мальчиков сравнительно с девочками — 11 корреляций в возрасте 6–7–17 лет у мальчиков и только одна корреляция в 11 лет у девочек. Эти корреляции имеют отрицательный знак, определяя закономерность: чем больше длина тела, тем раньше ПСР.

Уровень корреляций у мальчиков фактически для всех возрастов приближается к величине *r*=0,5; таким образом, коэффициент детерминации (r^2), или вклад длины тела в возраст ПСР, имеет величину около 0,25. Одновременно частота корреляций с интенсивностью (уровнем прироста в сантиметрах) ПСР одинакова для девочек и мальчиков (по 6 достоверных корреляций) и их знак, в отличие от возраста ПСР, положительный: чем больше длина тела, тем выше интенсивность ПСР. Самый высокий уровень корреляций длины тела с интенсивностью ПСР отмечается в 7 лет, безальтернативно к полу (*r*=0,45 у девочек и *r*=0,48 у мальчиков), сравнительно с уровнями порядка 0,3 для других возрастов, что позволяет, видимо, осторожно говорить о неслучайном вкладе длины тела в возрасте 7 лет (примерно в возрасте полуростового скачка) в интенсивность ПСР. Иными словами, длина тела в данной точке безальтернативно к полу является триггером интенсивности ПСР.

Дифференциация по полу ростовых стратегий показана также при анализе факторной структуры показателей ростового спурта (хронологического возраста ПСР и его интенсивности/абсолютной величины у детей обоего пола) [24]. Первый фактор описывает примерно 35% общей изменчивости показателей, достоверные нагрузки уровня ±0,8 приходятся на возраст пика ростовой активности у мальчиков и величину пика ростовой активности у них же, причём, чем больше возраст пика, тем меньше его абсолютная величина. Второй фактор описывает около 30% общей изменчивости показателей и имеет высокую достоверную нагрузку уровня 0,8 на возраст максимального пика у девочек; нагрузка на уровень пика ростовой активности у них же велика и отрицательна, хотя и не достигает достоверного уровня, то есть первый фактор описывает ростовую активность мальчиков, второй фактор — девочек, что иллюстрирует тезис о разных по полу биосоциальных стратегиях и разной по полу экочувствительности и фенотипической пластичности [25].

Дифференцированные по полу стратегии роста иллюстрируют также и корреляции ПСР и ИМТ, а именно большую согласованность и, видимо, большую генетическую контролируемость ростовых процессов у мальчиков сравнительно с девочками. Здесь нельзя не упомянуть, что функция ИМТ как индикатора жироотложения является в значительной мере удобной конвенцией; на самом деле на восходящем отрезке онтогенеза корреляции ИМТ примерно одинаковы со всеми тремя компонентами сомы — жировым, костным и мускульным [26]. Поэтому об ИМТ в 7–8 лет как триггере возраста пубертатного ускорения роста можно говорить только с осторожностью и оговорками.

Заметим, что в настоящей работе рассматривается исключительно межгрупповой уровень изменчивости. На материалах внутригруппового анализа (девочки Москвы) гипотеза критического веса подтверждена частично: в пубертатный период постоянны изменения только относительных показателей в группах разных сроков (темпов) созревания, тогда как абсолютные значения параметров увеличиваются от группы раносозревающих девочек к группе поздносозревающих, процесс полового созревания занимает у первых вдвое меньший период, чем у вторых. Сопоставление соматических характеристик в момент начала пубертата в группах девочек с наличием признаков полового созревания и без них показало, что разница в массе тела между ними мала и недостоверна, как и разница в общем количестве жира. Что касается компонентов состава тела, то величина обезжиренной массы тела демонстрирует значительную и достоверную разницу, что позволяет считать её ведущим компонентом

в процессе развития вторичных половых признаков (темпов развития) [27]. Итоги внутригруппового анализа, таким образом, хорошо соответствуют итогам настоящей работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее значимые итоги исследования — выявление влияния степени урбанизации на соматическое развитие городских детей и выявление на восходящем отрезке онтогенеза дифференцированных по полу стратегий роста, зафиксированных по результатам межгруппового анализа (материалы Москвы, России и сопредельных стран).

У мальчиков темпы роста (возраст ПСР) ассоциированы с абсолютными значениями показателей жироотложения: временно́й/секулярной динамике ПСР достаточно чётко соответствует секулярная динамика жироотложения, маркером которого является величина жировых складок под лопаткой и на трицепсе. Для мальчиков показана скоррелированность возраста ПСР и абсолютных значений толщины жировой складки на спине в разных одногодичных подгруппах на интервале 7–17 лет, а также коррелированность уровней ИМТ в 7 и 8 лет с возрастом ПСР.

С учётом выявленной ранее авторами скоррелированности возраста ПСР с абсолютными значениями длины тела в одногодовых группах можно с осторожностью говорить о значительной согласованности/связанности механизмов онтогенеза мальчиков. У девочек параллелизм секулярной динамики возраста ПСР и динамики изменения толщины жировых складок выражен менее чётко; равным образом в работе не выявлено ассоциированности возраста ПСР с абсолютными значениями величины жировых складок на интервале 7–17 лет и величиной ИМТ в 7 и 8 лет. Полученные для девочек закономерности соответствуют результатам внутригруппового анализа, согласно которым ведущим компонентом состава тела в процессе развития вторичных половых признаков (темпов развития) в группе является, видимо, обезжиренная масса тела.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Т.К. Федотова — концепция и дизайн исследования, сбор материала и обработка данных, написание текста статьи; А.К. Горбачева — сбор материала и обработка данных, написание текста статьи; Е.Ю. Пермякова — сбор материала и обработка данных, написание и редактирование 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).

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (положительное заключение № 55 от 2 6.03.2015).

Источники финансирования. Научное исследование проведено при поддержке темы НИР МГУ им. М.В. Ломоносова «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)», номер ЦИТиС: АААА-А19-119013090163-2.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. T.K. Fedotova — research concept and design, collection and processing of mate, writing the text of the article; A.K. Gorbacheva — collection and processing of mate, writing the text of the article; E.Yu. Permiakova — collection and processing of material, writing and editing 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).

Ethical expertise. The study was approved by the local Ethics Committee of the Faculty of Biology of Lomonosov Moscow State University (positive opinion No. 55 dated 6/6/2015).

Funding sources. This work was supported by the Lomonosov Moscow State University research topic "Anthropology of Eurasian populations (biological aspects)", CITaS number: AAAAA-A19-119013090163-2).

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. In creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, and no new data was collected or created.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This paper was submitted to the journal on an unsolicited basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board, and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Parent AS, Teilmann G, Juul A, et al. The timing of normal puberty and the age limits of sexual precocity: variations around the world, secular trends, and changes after migration. *Endocr Rev*. 2003;24(5):668–693. doi: 10.1210/er.2002-0019
2. Aksglaede L, Olsen LW, Sørensen TIA., Juul A. Forty years trends in timing of pubertal growth spurt in 157,000 Danish school children. *PLoS ONE*. 2008;3(7):e2728. doi: 10.1371/journal.pone.0002728
3. Aksglaede L, Sørensen K, Petersen JH, et al. Recent decline in age at breast development: the Copenhagen puberty study. *Pediatrics*. 2009;123(5):e932–e939. doi: 10.1542/peds.2008-2491
4. Wu T, Mendola P, Buck GM. Ethnic differences in the presence of secondary sex characteristics and menarche among US girls: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. *Pediatrics*. 2002;110(4):752–757. doi: 10.1542/peds.110.4.752

5. Juul A, Teilmann G, Scheike T, et al. Pubertal development in Danish children: comparison of recent European and US data. *Int J Androl*. 2006;29(1):247–255. doi: 10.1111/j.1365-2605.2005.00556.x
6. Euling SY, Herman-Giddens ME, et al. Examination of US puberty-timing data from 1940 to 1994 for secular trends: panel findings. *Pediatrics*. 2008;121(Suppl 3):S172–S191. doi: 10.1542/peds.2007-1813D
7. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627–2642. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3
8. Frisch RE, Revelle R. Height and weight at menarche and a hypothesis of menarche. *Arch Dis Child*. 1971;46(249):695–701. doi: 10.1136/adc.46.249.695
9. Balakhonova EI. On the "critical" weight hypothesis. *Voprosy antropologii*. 1988;(81):29–41. (In Russ.)
10. Fedotova TK, Chtetsov VP. Intragroup correlations of body dimensions variability with the processes of sexual maturation of children of school age. *Moscow University Anthropology Bulletin (Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*. 2013;(3):28–41. EDN: RAVPAV
11. Fedotova TK. Correlation of somatic development with some other biological age criteria for children aged 0–6 years. *Moscow University Anthropology Bulletin (Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*. 2012;(4):37–53. EDN: PKZOHD
12. Rossman H, Shilo S, Barbash-Hazan S, et al. Prediction of childhood obesity from nationwide health records. *J Pediat*. 2021;233:132–140.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2021.02.010
13. Aydin BK, Stenlid R, Ciba I, et al. High levels of FSH before puberty are associated with increased risk of metabolic syndrome during pubertal transition. *Pediatric Obesity*. 2022;17(8):e12906. doi: 10.1111/ijpo.12906
14. Li S, Zhiyan J, Li Z. Childhood obesity and central precocious puberty. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:1056871. doi: 10.3389/fendo.2022.1056871
15. Baker JL, Olsen LW, Andersen I, et al. Cohort profile: the Copenhagen school health records register. *Int J Epidemiol*. 2009;38(3):656–662. doi: 10.1093/ije/dyn164
16. Aksglaede L, Juul A, Olsen LW, Sørensen TIA. Age at puberty and the emerging obesity epidemic. *PLoS One*. 2009;4(12):e8450. doi: 10.1371/journal.pone.000845
17. Brix N, Ernst A, Lauridsen LLB., et al. Childhood overweight and obesity and timing of puberty in boys and girls: cohort and sibling-matched analyses. *Int J Epidemiol*. 2020;49(3):834–844. doi: 10.1093/ije/dyaa056
18. Jáni M, Zacková L, Piler P, et al. Birth outcomes, puberty onset, and obesity as long-term predictors of biological aging in young adulthood. *Front Nutr*. 2022;9:1100237. doi: 10.3389/fnut.2022.1100237
19. Güran T, Helvacıoğlu D, Gürpınar Tosun B, et al. Decline in the age of menarche in Istanbul schoolgirls over the last 12 years. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2023:15(2):154–159. doi: 10.4274/jcrpe.galenos.2023.2022-11-16
20. Pereira A, Ferrer P, Binder A, et al. Association between markers of adiposity during childhood and puberty onset in Latino girls. *J Clin Endocrinol Metab*. 2023;108(11):e1272–e1281. doi: 10.1210/clinem/dgad294
21. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, et al. Relation of age at menarche to race, time period, and anthropometric dimensions: the Bogalusa Heart study. *Pediatrics*. 2002;110(4):e43. doi: 10.1542/peds.110.4.e43
22. Fedotova TK, Gorbacheva AK. Biomarker «peak height velocity» as the indicator of secular dynamics of physical status in intergroup studies/comparisons. *Moscow University Anthropology Bulletin (Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*. 2024;(1):36–48. doi: 10.55959/MSU2074-8132-24-1-4 EDN: GOMCTN
23. Fedotova TK, Gorbacheva AK. Moscow children: a century of growth dynamics. *Moscow University Anthropology Bulletin (Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*. 2019;(4):5–21. doi: 10.32521/2074-8132.2019.4.005-021 EDN: WMYPUX
24. Gorbacheva AK, Kalyuzhniy EA, Fedotova TK. On some methodical aspects of estimation of intergroup morphological variability in growth studies. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*. 2024;(1):138–150. doi: 10.20874/2071-0437-2024-64-1-12 EDN: FLUGHV
25. Xirocostas ZA, Everingham SE, Moles AT. The sex with the reduced sex chromosome dies earlier: a comparison across the tree of life. *Biology Letters*. 2020;16(3):20190867. doi: 10.1098/rsbl.2019.0867
26. Beskina MV, Deryabin VE, Negasheva MA. On the somatic meaning of body mass index. *Herald of Anthropology*. 2006;(13):113–120. (In Russ.)
27. Balakhonova EI. *Variability of somatic parameters in girls in groups of different biological ages during the peripubertal period* [dissertation abstract]. Moscow; 1991. 20 p. (In Russ.) EDN: NHHJJJ

ОБ АВТОРАХ

***Пермякова Екатерина Юрьевна,** канд. биол. наук;
адрес: Россия, 125009, Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 1;
ORCID: 0000-0002-6490-4004;
eLibrary SPIN: 9951-6270;
e-mail: ekaterinapermyakova@gmail.com

Федотова Татьяна Константиновна, д-р биол. наук;
ORCID: 0000-0001-7750-7924;
eLibrary SPIN: 5355-2226;
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru

Горбачева Анна Константиновна, канд. биол. наук;
ORCID: 0000-0001-5201-7128;
eLibrary SPIN: 8199-7201;
e-mail: angoria@yandex.ru

AUTHORS' INFO

***Ekaterina Yu. Permiakova,** Cand. Sci. (Biology);
address: 11 Mokhovaya st, bldg 1, Moscow, Russia, 125009;
ORCID: 0000-0002-6490-4004;
eLibrary SPIN: 9951-6270;
e-mail: ekaterinapermyakova@gmail.com

Tatiana K. Fedotova, Dr. Sci. (Biology);
ORCID: 0000-0001-7750-7924;
eLibrary SPIN: 5355-2226;
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru

Anna K. Gorbachyova, Cand. Sci. (Biology);
ORCID: 0000-0001-5201-7128;
eLibrary SPIN: 8199-7201;
e-mail: angoria@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642576 EDN: XXYJJP

Применение логистической регрессии в эпидемиологии: первичные данные, стратификация и скользящее среднее

А.Н. Вараксин[1], Ю.В. Шалаумова[2], Т.А. Маслакова[1]

[1] Институт промышленной экологии Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия;
[2] Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Методы логистической регрессии являются наиболее используемыми для установления статистических связей между количественными предикторами *X* и дихотомическим откликом *Y* (*Y*=0 или *Y*=1). Именно поэтому разработка новых подходов к анализу связей между *X* и *Y* такого типа является актуальной.

Цель. Показать особенности применения методов стратификации, скользящего среднего и функции кумулятивной вероятности при построении и анализе моделей логистической регрессии в задачах оценки риска здоровью.

Материалы и методы. Для анализа моделей логистической регрессии используются методы стратификации, скользящего среднего, функции кумулятивной вероятности, а также критерии согласия и методы сравнения долей.

Результаты. Показано, что стандартные методы стратификации недостаточны для оценки характера связей между дихотомическим *Y* и количественным *X*. Дополнительные методы (скользящее среднее и функция кумулятивной вероятности) позволяют выявить особенности этих связей. Показана роль графического представления результатов логистической регрессии для понимания статистических связей между переменными *X* и *Y*. Результаты применения методов стратификации, скользящего среднего и функции кумулятивной вероятности иллюстрируются примерами из области эпидемиологии.

Заключение. Методы скользящего среднего и функции кумулятивной вероятности в сочетании со стратификацией позволяют надёжно идентифицировать характер связи между дихотомическим *Y* и количественным *X* и выявить возможные отклонения от условий применимости моделей логистической регрессии.

Ключевые слова: модели логистической регрессии; адекватность модели; статистическая значимость; стратификация; скользящее среднее; функция кумулятивной вероятности; сердечно-сосудистые заболевания; заболевания щитовидной железы.

Как цитировать:
Вараксин А.Н., Шалаумова Ю.В., Маслакова Т.А. Применение логистической регрессии в эпидемиологии: первичные данные, стратификация и скользящее среднее // Экология человека. 2024. Т. 31, № 9. С. 678–691. DOI: 10.17816/humeco642576 EDN: XXYJJP

Рукопись поступила: 05.12.2024 **Рукопись одобрена:** 18.02.2025 **Опубликована online:** 23.03.2025

ЭКО•ВЕКТОР
Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642576 EDN: XXYJJP

Application of logistic regression in epidemiology: primary data, stratification and moving average

Anatoly N. Varaksin[1], Yulia V. Shalaumova[2], Tatiana A. Maslakova[1]

[1] Institute of Industrial Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia;
[2] Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Logistic regression is the most commonly used method for establishing statistical relationships between quantitative predictors X and a dichotomous response Y (Y=0 or Y=1). Therefore, it is relevant to develop new approaches to the analysis of relationships between X and Y of this type.

AIM: To demonstrate the specific characteristics of the application of stratification, moving average and cumulative probability function methods in the construction and analysis of logistic regression models in the context of health risk assessment.

MATERIALS AND METHODS: The analysis of logistic regression models employs a range of statistical methods, including the stratification, moving average, cumulative probability function, goodness-of-fit tests, and proportion comparison tests.

RESULTS: It is shown that the standard stratification methods are not sufficient for exploring the nature of the relationships between dichotomous Y and quantitative X. Additional methods, including moving average and cumulative likelihood function, facilitate the identification of features characterizing these relationships. The utility of graphical representations of logistic regression results in elucidating the statistical relationships between variables X and Y is demonstrated. The efficacy of the stratification, moving average and cumulative probability function methods is illustrated by examples from the field of epidemiology.

CONCLUSION: The combination of moving average and cumulative probability function methods with stratification enables the reliable identification of the nature of the relationship between dichotomous Y and quantitative X, as well as the potential for deviations from the conditions of applicability of logistic regression models.

Keywords: logistic models; model adequacy; statistical significance; stratification; moving average; cumulative probability function; cardiovascular diseases; thyroid diseases.

To cite this article:
Varaksin AN, Shalaumova YuV, Maslakova TA. Application of logistic regression in epidemiology: primary data, stratification and moving average. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):678–691. DOI: 10.17816/humeco642576 EDN: XXYJJP

Submitted: 05.12.2024 **Accepted:** 18.02.2025 **Published online:** 23.03.2024

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642576 EDN: XXYJJP

流行病学中的逻辑回归应用：原始数据、分层和移动平均数

Anatoly N. Varaksin[1], Yulia V. Shalaumova[2], Tatiana A. Maslakova[1]

[1] Institute of Industrial Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia;
[2] Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

摘要

论证。逻辑回归法是建立定量预测因子X与二元响应变量Y（Y=0或Y=1）之间统计关系的最常用方法。这就是开发新的方法来分析X和Y之间的关系变得如此迫切的原因。

目的。说明在健康风险评估任务中构建和分析逻辑回归模型时应用分层、移动平均数和累积概率函数方法的特殊性。

材料和方法。使用分层、移动平均数、累积概率函数，以及拟合优度准则和份额比较方法来分析逻辑回归模型。

结果。结果表明，标准的分层方法不足以评估二元变量Y与定量X之间关系的性质。其他方法（移动平均数和累积概率函数）可以确定这些关系的特性。逻辑回归结果的图形表示法在理解变量X和 Y之间的统计关系方面的作用显而易见。以流行病学领域的实例说明了分层法、移动平均数和累积概率函数法的应用结果。

结论。移动平均数和累积概率函数法与分层相结合，能够可靠地确定二元变量Y与定量X之间关系的性质，并确定逻辑回归模型适用条件的可能偏差。

关键词：逻辑回归模型；模型充分性；统计意义；分层；移动平均数；累积概率函数；心血管疾病；甲状腺疾病。

引用本文:
Varaksin AN, Shalaumova YuV, Maslakova TA. 流行病学中的逻辑回归应用：原始数据、分层和移动平均数. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):678–691. DOI: 10.17816/humeco642576 EDN: XXYJJP

收到: 05.12.2024 **接受:** 18.02.2025 **发布日期:** 23.03.2024

ECO•VECTOR
The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

Модели логистической регрессии (ЛогР) в эпидемиологии, по терминологии С.А. Айвазяна и соавт. [1, 2], могут быть использованы в двух качествах: как метод исследования зависимостей (определение коэффициентов модели, расчёт отношения шансов и доверительных интервалов) и как метод классификации (построение классификационной матрицы, расчёт чувствительности и специфичности, ROC-анализ). В данной работе мы обсуждаем ЛогР только как метод исследования зависимостей. При таком использовании ЛогР, кроме стандартной оценки статистической значимости, обязательна проверка адекватности модели первичным данным.

Терминология

Первичные данные (primary data) — эпидемиологические данные для каждого объекта исследования (каждого работника, пациента). Примеры первичных данных: статус здоровья каждого работника или пациента (0 — здоров, 1 — болен), возраст, индекс массы тела (ИМТ), уровень гемоглобина и т.д. Стратификация (stratification) — разделение первичных данных на интервалы (страты). Например, возраст можно разделить на страты 20–24 года, 25–29 лет и т.д. В этих стратах, организованных в данном случае по показателю «возраст», можно рассчитать усреднённые характеристики всех интересующих исследователя первичных показателей, таких как статус здоровья (доля больных), средние значения ИМТ и уровня гемоглобина и т.п. Скользящее среднее (moving average) — это та же стратификация, только с перекрывающимися стратами. Например, возраст в первой страте от 20 до 24 лет, возраст во второй страте — от 21 до 25 лет, в третьей — от 22 до 26 лет и т.д.

При построении моделей ЛогР (и других статистических моделей) необходимо выполнить две проверки: проверка модели на адекватность первичным данным, в случае адекватности модели — проверка статистической значимости модели.

Адекватность модели

Наиболее однозначно смысл понятия адекватности статистических моделей сформулировали А. Афифи и С. Эйзен [3]: «Под адекватностью модели простой линейной регрессии подразумевается, что никакая другая модель не даёт значимого улучшения в предсказании *Y*». В данном тексте речь идёт конкретно о моделях *линейной* регрессии, связывающих количественные переменные — предиктор *X* и отклик *Y*; такое же понятие адекватности модели, очевидно, применимо к любой статистической модели. Предельная «экстремальность» высказывания авторов [3] о понятии адекватности наталкивается на невозможность его реализации в полном объёме просто в силу большого числа различных моделей, которые в принципе могут быть построены на основе конкретных первичных данных; также зачастую встаёт вопрос о критериях улучшения предсказания *Y* [1].

Более реалистичной с точки зрения практического применения статистических моделей выглядит позиция С.А. Айвазяна и соавт. (речь опять идёт о линейной регрессии, но все предложения в полной мере применимы для ЛогР). Говоря о критериях адекватности, С.А. Айвазян и соавт. пишут [1] следующее: «...они (*критерии адекватности — вставка наша*) не могут ответить на вопрос: является ли проверяемый гипотетический вид зависимости наилучшим, единственно верным? Они лишь либо подтверждают факт непротиворечивости проверяемого вида функции регрессии имеющимся у исследователя исходным данным, либо отвергают его». Именно с этих позиций (непротиворечивость модели первичным данным) будет в дальнейшем рассматриваться адекватность моделей ЛогР. Подчеркнём, однако, что «предельная» позиция А. Афифи и С. Эйзена [3] относительно понятия адекватности модели является полезной для общего понимания термина «адекватность статистической модели».

Статистическая значимость модели

Статистическая значимость модели ЛогР — это установление факта, что связь между *X* и *Y* является неслучайной на некотором уровне значимости α [1, 3, 4]. Понятия адекватности и статистической значимости модели — это два различных понятия, относящиеся к различным сторонам построения и анализа статистических моделей.

Логистическая регрессия

Одной из наиболее распространённых моделей нелинейной регрессии является ЛогР, которая применяется для описания статистических связей между дихотомическим откликом *Y* (*Y* принимает два значения: *Y*=0 и *Y*=1) и предикторами *X*, которые могут быть количественными или ранговыми. Данные такого рода часто встречаются в эпидемиологических исследованиях, когда дихотомический *Y* кодирует, например, наличие или отсутствие некоторого заболевания, а *X* — фактор риска возникновения заболевания. Обычно считается, что *Y*=1 кодирует наличие заболевания, а *Y*=0 — его отсутствие у конкретного пациента.

В модели ЛогР статистическая связь между *Y* и одним предиктором *X* предполагается в следующем виде [5–7]:

$$W(Y=1|X=x)=\frac{\exp(b_0+b_1x)}{1+\exp(b_0+b_1x)}, \quad (1)$$

где $W(Y=1|X=x)$ — вероятность обнаружения в первичных данных значения *Y*=1 для заданного значения *X*=x.

При использовании соотношения (*1*) имеем следующее:

$$\ln\left(\frac{W}{1-W}\right)=b_0+b_1x. \quad (2)$$

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco642576

Таким образом, при выполнении (*1*) имеем линейную связь между предиктором *X* и комплексом ln(*W*/(1–*W*)), который называют логитом — logit (*W*) [5–8].

Соотношение (*2*) — это условие применимости модели ЛогР. Поскольку особых ограничений на тип предиктора *X* (количественный, ранговый) в ЛогР обычно не предъявляется [5], многие авторы считают, что ЛогР можно использовать везде, где есть дихотомический отклик *Y* (примеры таких публикаций будут приведены ниже). Это, однако, не так. Во-первых, кроме ЛогР, существуют другие методы анализа для дихотомического отклика *Y*, например, пробит-регрессия [9]. Во-вторых, для конкретных эпидемиологических данных вида *W*(*Y*=1|*X*) связь дихотомического *Y* с предиктором *X* может оказаться любой. Поэтому проверка условия (*2*) при использовании ЛогР в качестве метода исследования зависимостей является обязательной. При выполнении условия (*2*) воздействие предиктора *X* на вероятность *W* характеризуется отношением шансов (OR), которое при изменении *X* на единицу рассчитывается по формуле: OR=exp(b1), где b_1 — коэффициент модели (*2*). Только при выполнении условия (*2*) OR — это число, одинаковое для любого значения *X* (модель ЛогР характеризуется одним числом!). Именно поэтому в ЛогР используют OR, а не относительный риск, как принято во многих работах по оценке риска [10]. Если же logit(W) не является линейной функцией *X*, тогда для различных *X* OR будет разным и модель ЛогР уже не будет характеризоваться одним значением OR. Поэтому очень важно сначала подтвердить линейность связи *X* и *Y* и только потом использовать показатель OR для характеристики воздействия *X* на *Y*.

В данной работе мы рассматриваем модели ЛогР с одним предиктором (модели простой ЛогР), модели множественной регрессии заслуживают отдельного рассмотрения. Рассмотрены также только *количественные* предикторы *X*, для которых в ЛогР возможна не только стратификация, но и расчёты скользящего среднего.

Адекватность и статистическая значимость модели логистической регрессии

Адекватность модели ЛогР проверяется путём расчёта критериев согласия для *стратифицированных* первичных данных, например, критерия χ^2 D. Hosmer и S. Lemeshow [5]:

$$\chi^2(H-L)=\sum_i n_i \frac{(W_{obs,i}-W_{calc,i})^2}{W_{calc,i}(1-W_{calc,i})},$$

где суммирование (индекс *i*) идёт по стратам, n_i, $W_{obs,i}$, $W_{calc,i}$ — соответственно число наблюдений в страте, наблюдаемые и расчётные вероятности; вероятность $W_{obs,i}$ — среднее значение дихотомического отклика *Y* в *i*-страте, содержащей n_i наблюдений, а $W_{calc,i}$ — результат расчёта по формуле (*1*) для среднего в *i*-страте значения *X*. Если значение χ^2 D. Hosmer и S. Lemeshow, рассчитанное по первичным данным в результате их стратификации, не превосходит критического значения $\chi^2_{крит.}(\alpha, \nu)$, модель признаётся адекватной первичным данным на заданном уровне значимости α (ν — число степеней свободы). Проверка адекватности особенно важна, когда ЛогР используется как метод исследования зависимостей; для модели ЛогР гарантировать линейность logit(W) может только проверка адекватности модели. Если модель оказывается адекватной, есть смысл проверить её статистическую значимость.

Статистическая значимость модели ЛогР проверяется по критерию Стьюдента или по критерию Вальда [5]. В нашем случае одного предиктора *X* — это проверка значимости отличия от нуля коэффициента b_1 или отличия от единицы OR в формулах (*1*)–(*2*).

Цель исследования. Показать особенности применения методов стратификации, скользящего среднего и функции кумулятивной вероятности при построении и анализе моделей ЛогР в задачах эпидемиологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для иллюстрации применения названных методов в работе использованы первичные данные из трёх источников: 1) данные из монографии D. Hosmer и S. Lemeshow [5] — 100 пациентов в возрасте от 20 до 69 лет, у некоторых из них диагностированы сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ); 2) данные из работ [11, 12], в которых представлены результаты профилактических осмотров 820 мужчин 25–66 лет — работников Уральских предприятий, у которых диагностированы ССЗ и есть сведения об ИМТ; 3) данные из работ [13, 14], в которых представлены результаты обследования 100 женщин 51–79 лет в состоянии постменопаузы, у которых диагностированы различные сопутствующие заболевания, в том числе щитовидной железы (ЩЖ).

Статистический анализ данных проведён с использованием методов ЛогР, стратификации, скользящего среднего, функции кумулятивной вероятности, критерия согласия, методов сравнения долей. Расчёты выполнены в пакете Statistica 10.0 (StatSoft, USA).

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ИПЭ УрО РАН (протокол №3 от 05.06.2023).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ моделей ЛогР, использующих первичные данные либо данные стратификации или скользящего среднего, показан на конкретных эпидемиологических примерах. Каждый пример демонстрирует определённые особенности применения методов стратификации и скользящего среднего для анализа статистической связи между дихотомическим откликом *Y* и количественным предиктором *X* в различных ситуациях.

Пример 1. Заболеваемость ССЗ в зависимости от возраста

Первичные данные. На рис. 1 представлены результаты расчётов методом ЛогР для первичных данных, взятых из монографии D. Hosmer и S. Lemeshow [5]. Здесь отклик *Y* представляет ССЗ у 100 пациентов: *Y*=0 означает отсутствие заболевания, *Y*=1 — наличие заболевания у пациента данного возраста.

Очевидно, что данные рис. 1 не позволяют оценить степень выполнения соотношений (1)–(2). Действительно, наличие у отклика *Y* всего двух значений (нуль и единица) исключает всякую возможность визуальной (экспертной) оценки формы связи между *Y* и *X* [7], как это возможно, например, в линейной регрессии [3, 4, 7]. Кривая ЛогР на рис. 1 проведена согласно модели, которая построена по первичным данным [5] для 100 пациентов:

$$W(ССЗ)=\frac{\exp(-5{,}309+0{,}1109\times Возраст)}{1+\exp(-5{,}309+0{,}1109\times Возраст)}. \qquad (3)$$

OR=1,117; доверительный интервал (ДИ): 1,065–1,172; p <0,0001. Нет, однако, никакой уверенности, что вероятность W(ССЗ) иметь заболевание ССЗ описывается именно такой функцией, если опираться только на визуальный анализ нулей и единиц на рис. 1.

Стратификация. В ЛогР известны методы проверки линейности связи logit(W) с *X* типа (*2*), то есть проверки адекватности модели методом стратификации первичных данных. Многие известные статистические пакеты (например, SAS, SPSS) включают опции, которые предполагают разделение предиктора *X* на непересекающиеся страты (процедура стратификации) с последующим расчётом статистических критериев согласия для проверки гипотезы о линейности связи logit(W) с *X,* например, критерий χ^2 D. Hosmer и S. Lemeshow [5]. Пользователи статистических пакетов в ЛогР применяют критерии согласия, однако часто ограничиваются лишь определением значений критерия согласия и уровня значимости p без графического представления полученных результатов. Как будет показано ниже, графическое представление результатов стратификации оказывается полезным, а в некоторых случаях даёт неожиданные результаты.

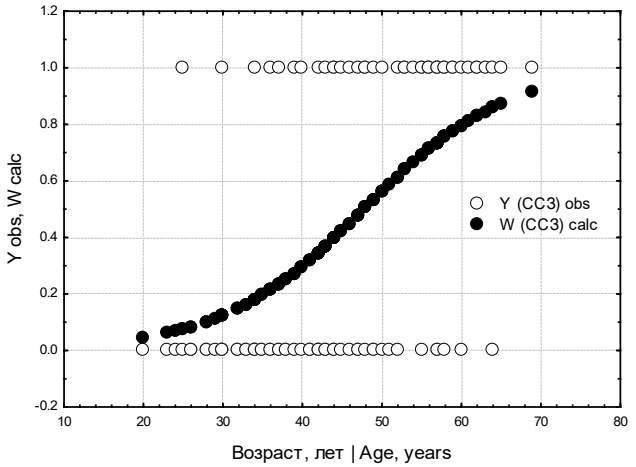

Рис. 1. Первичные (obs) данные для *Y* (*Y*=0 либо *Y*=1 для каждого из 100 пациентов, открытые кружки) и вероятности иметь сердечно-сосудистые заболевания $W(ССЗ)_{calc}$ согласно расчётам методом логистической регрессии (сплошные кружки).

Fig. 1. Primary (obs) data for *Y* (*Y*=0 or *Y*=1 for 100 patients, open circles) and probabilities $W(cardiovascular\ disease)_{calc}$ according to logistic regression calculations (full circles).

На рис. 2*a* показано сравнение данных расчёта методом ЛогР с результатами стратификации первичных данных по предиктору *X*. Предиктор *X* (возраст пациента) в работе [5] был разделён на 8 страт по возрастным категориям, в каждой страте рассчитаны средние значения возраста <Возраст> и вероятности W(ССЗ). Результаты показаны на рис. 2*a* и рис. 2*b*. В результате перехода от вероятностей W (как на рис. 2*a*) к logit(W) на рис. 2*b* логистическая кривая превращается в прямую линию. Согласно визуальной оценке, данные стратификации для logit(W) в целом также показывают линейный рост с увеличением возраста. Статистическая проверка гипотезы о линейности связи logit(W) с возрастом это подтверждает: по критерию согласия χ^2 D. Hosmer и S. Lemeshow χ^2=0,16 при шести степенях свободы (p=0,998), при котором гипотеза о линейности logit(W) не отвергается на уровне значимости α=0,05.

Неоднозначность стратификации. Разделение на страты по возрастным категориям не является единственно возможным, например, в монографии D. Hosmer и S. Lemeshow [5] описаны несколько различных способов стратификации предиктора *X*. Во всех способах стратификации есть элементы субъективности (неоднозначности), которые обусловлены произвольным выбором числа страт и их границ. В некоторых статистических пакетах (SAS, SPSS и др.) по умолчанию применяется стратификация на 10 страт с равным числом наблюдений в страте (такую процедуру можно называть «*стандартная стратификация*»). Если для данных D. Hosmer и S. Lemeshow [5] использовать такой способ стратификации, получим результаты, изображённые на рис. 3.

Значения $W(ССЗ)_{calc}$ на рис. 3, рассчитанные методом ЛогР, остаются, очевидно, теми же самыми, что и на рис. 2*a*, но наблюдаемые значения, полученные усреднением первичных данных в стратах, получаются другими. Значение критерия χ^2=2,43 для данных на рис. 3, конечно, меньше критического $\chi^2_{крит.}(\alpha, \nu)$=15,51 для ν=8 степеней свободы и при уровне значимости α=0,05. Таким образом, адекватность модели подтверждается (p=0,97 много больше 0,05), но значение χ^2=2,43 на рис. 3 в 15 раз выше, чем на рис. 2*a*. Этот пример демонстрирует неоднозначность результатов стратификации, которая в определённых ситуациях может привести к неоднозначным результатам.

Скользящее среднее. Если при стратификации имеем неопределённость в числе страт и их границах, то в скользящем среднем имеется только один субъективный показатель — размер окна усреднения, который можно варьировать для получения наиболее наглядного

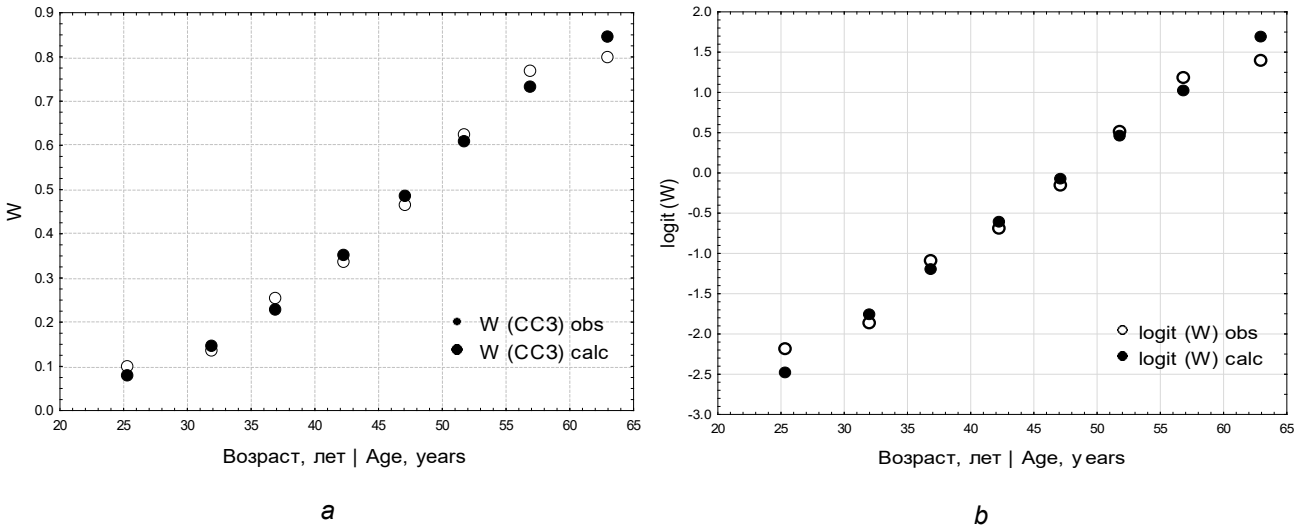

Рис. 2. Данные о сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ) в восьми стратах по возрасту: *a* — вероятность W, *b* — значения logit(W). Сплошные кружки — расчёт методом логистической регрессии (calc), открытые кружки (obs) — результат стратификации.
Fig. 2. Cardiovascular disease in 8 age strata: *a*. probabilities W, *b*. logit(W). Open circles (obs) represent results from stratification; full circles show results from logistic regression calculations (calc).

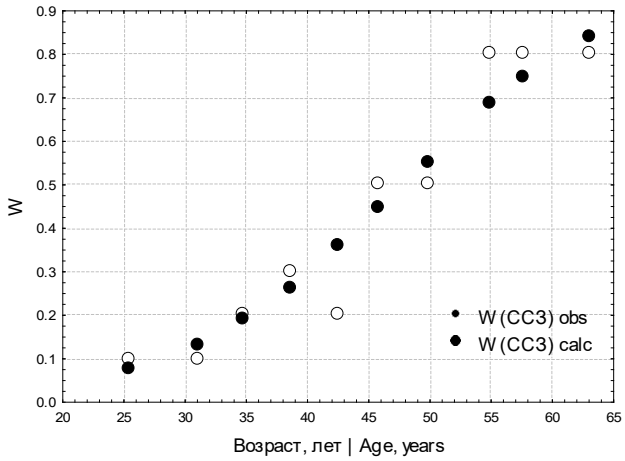

Рис. 3. Вероятности W иметь сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) в зависимости от возраста: стратификация 100 пациентов D. Hosmer, S. Lemeshow [5] на 10 страт с равным числом пациентов в страте; обозначения см. на рис. 2.
Fig. 3. Probabilities W (cardiovascular disease) in 10 strata with equal number of patients in each stratum as a function of age, designations as in Fig. 2.

результата [15]. Именно поэтому неоднозначность стратификации в определённой степени может быть преодолена использованием методов скользящего среднего.

На рис. 4 показаны результаты скользящего среднего с окном усреднения, равным 10 наблюдениям (что совпадает с размером страт в процедуре стандартной стратификации на рис. 3). Результаты скользящего среднего не позволяют рассчитать какой-либо критерий адекватности модели, типа критерия D. Hosmer и S. Lemeshow; скорее, эти результаты можно воспринимать как визуальную (экспертную) оценку согласия теории и наблюдаемых закономерностей: теория предсказывает строгую линейность logit(W) в зависимости от возраста, а наблюдения либо подтверждают, либо опровергают эту линейность для данного фактического материала. По данным рис. 4*b* фактический материал, скорее, подтверждает теоретическую линейность logit(W). Подтверждением линейности logit(W) можно также считать следующий результат: в формулу для logit(W) по данным скользящего среднего была попытка добавить члены более высокого порядка по возрасту, чем линейный член, они оказались статистически незначимы. Подтверждением согласованности результатов скользящего среднего и первичных данных является согласие выражения для logit(W), полученного по данным скользящего среднего (открытые кружки на рис. 4*b*) с выражением, полученным по первичным данным методом ЛогР (рис. 1, формула *3*). В случае скользящего среднего logit(W)=–5,658+0,1183×Возраст, а по первичным данным (*3*) logit(W)=–5,309+0,1109×Возраст.

Уроки примера 1. Стратификация, применяемая для проверки адекватности модели ЛогР, показывает различные результаты при различных способах стратификации (неоднозначность стратификации). Неоднозначность может быть в известной степени преодолена путём использования методов скользящего среднего. Результаты скользящего среднего показывают, что в данном примере вероятности W_{obs} обнаружения ССЗ хорошо согласуются с расчётами методом ЛогР W_{calc} (рис. 4*a*), а logit(W) является линейной функцией возраста (рис. 4*b*).

Пример 2. Заболеваемость ССЗ в зависимости от ИМТ

Первичные данные. В примере анализируется статистическая связь между распространённостью ССЗ и ИМТ у 820 мужчин 25–66 лет, являющихся работниками промышленных предприятий Свердловской области. Наличие/отсутствие ССЗ кодируется цифрами 1 и 0

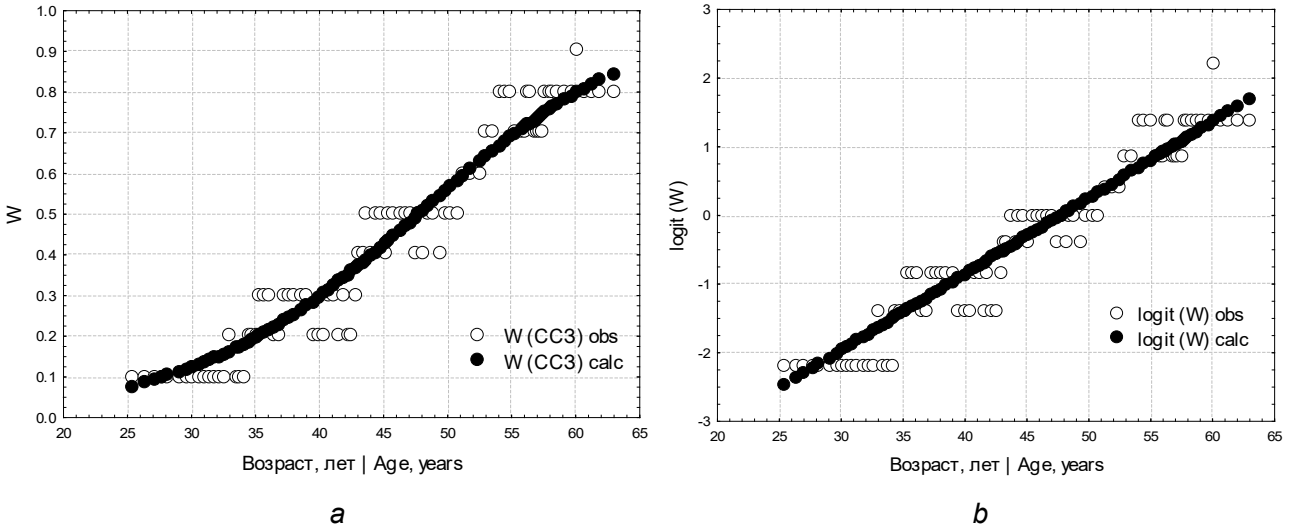

Рис. 4. Данные о сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ) по результатам расчёта скользящего среднего в зависимости от среднего возраста в стратах, окно усреднения n_W=10 (открытые кружки): *a* — вероятность W, *b* — значения logit(W). Сплошные кружки — расчёты методом логистической регрессии.

Fig. 4. Cardiovascular disease from moving average data as a function of mean age in strata, averaging window is n_W=10 (open circles): *a*. probabilities W, *b*. logit(W). Full circles represent the results of logistic regression calculations (calc).

(дихотомическая переменная в ЛогР), количественный предиктор ИМТ принимает значения от 17,1 до 41,6 кг/м^2. Фактические данные взяты из работ [11, 12].

Проверка адекватности модели путём стратификации. При использовании процедуры «стандартной стратификации» 820 работников разделены на 10 страт по 82 работника в страте. Значение критерия согласия хи-квадрат D. Hosmer и S. Lemeshow, равное 7,93, при 8 степенях свободы оказалось меньше критического значения $\chi^2_{крит.}$=15,51 для уровня значимости α=0,05; следовательно, гипотеза об адекватности модели ЛогР не отклоняется (*p*=0,471). Таким образом, модель ЛогР признается адекватной фактическим данным и может использоваться для анализа связей между распространённостью ССЗ и ИМТ, в том числе для расчёта OR.

В графическом виде результаты стратификации представлены на рис. 5*a* и 5*b*. Согласно рис. 5*b*, связь наблюдаемого logit(W) с ИМТ (открытые кружки) выглядит вполне линейной, хотя и со случайными отклонениями от прямой линии, представляющей результаты расчёта методом ЛогР (сплошные кружки).

Уравнение ЛогР, построенное по первичным данным для 820 работников, имеет вид (*p*-значения для всех коэффициентов меньше 0,0001):

$$\text{logit (W)}=-4{,}6642+0{,}1554\times\text{ИМТ};$$
$$\text{OR}=1{,}168\ (\text{ДИ: } 1{,}126–1{,}212). \qquad (4)$$

Регрессия, построенная по наблюдаемым значениям logit(W), полученным в результате стратификации первичных данных (10 страт, открытые кружки на рис. 5*b*), имеет вид:

$$\text{logit(W)}=-4{,}6467+0{,}1545\times\text{ИМТ}. \qquad (5)$$

Это практически не отличается от соотношения (*4*). Попытка включить в выражение (*4*) или (*5*) нелинейные по ИМТ члены (квадратичные и кубические) показала их статистическую незначимость.

Рис. 5*a* показывает, что согласно расчётам ЛогР вероятность $W(CCC)_{calc}$ монотонно возрастает с ростом ИМТ. Согласно же результатам стратификации в первых трёх стратах для малых значений ИМТ вероятность W_{obs} не возрастает с ростом ИМТ, поэтому возникает вопрос: до какого значения ИМТ вероятность ССЗ остаётся низкой? Этот вопрос возникает потому, что результаты стратификации являются неоднозначными. Результаты стратификации не могут дать ответа на этот вопрос, однако в нашем распоряжении есть ещё один метод исследования статистических связей — функция кумулятивной вероятности, которая может ответить на поставленный вопрос.

Функция кумулятивной вероятности. Функция кумулятивной вероятности $CUSUM_{nc}(X)$ для отклика *Y* по предиктору *X* определяется соотношением:

$$\text{CUSUM}_{nc}(X)=\frac{1}{nc}\sum_{i=1}^{nc} y_i \qquad (6)$$

где *nc* — количество объектов, включённых в функцию (мы используем аббревиатуру *CUSUM*, поскольку встроенная функция с таким названием и такого же назначения имеется в пакете Statistica for Windows). Для расчёта функции кумулятивной вероятности (*6*) сначала проводится упорядочение значений предиктора *X* по возрастанию, а затем — суммирование соответствующих значений *Y*, как показано в формуле (*6*). В результате первым значением функции $CUSUM_1(X)$ будет значение Y_1, соответствующее минимальному *X*. Вторым значением функции $CUSUM_2(X)$ будет половина суммы значений Y_1 и Y_2, соответствующих двум минимальным *X*. Последним значением функции *CUSUM* будет распространённость ССЗ во всей

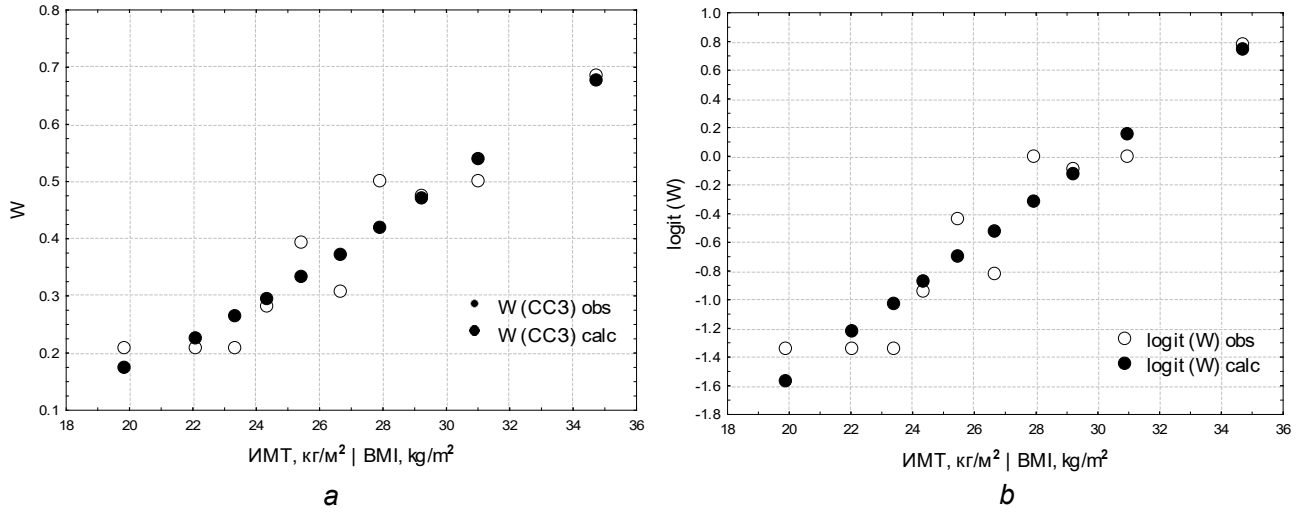

Рис. 5. Данные о сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ) по результатам стратификации 820 работников на 10 страт с равным числом работников в страте в зависимости от индекса массы тела (ИМТ): *a* — вероятность W, *b* — значения logit(W), обозначения см. на рис. 2.
Fig. 5. Cardiovascular disease from data obtained by stratifying 820 workers into 10 strata with the same number of workers in each stratum according to body mass index (BMI): *a*. probabilities W, *b*. logit(W), designations as in Fig. 2.

выборке (сумма всех *Y*, делённая на число объектов в выборке). Отметим особенность функции *CUSUM*: при малом числе *nc* членов в сумме (*6*), то есть для начального участка функции *CUSUM*, характерно резкое изменение функции при добавлении нового слагаемого, а при увеличении *nc* функция *CUSUM* становится более гладкой. Именно на этом гладком участке мы можем проводить анализ *CUSUM* для получения выводов.

На рис. 6 приведён график *CUSUM* для ССЗ у 820 работников, имеющих ИМТ от 17,1 до 41,6 кг/м^2. На этом графике точка с некоторым значением ИМТ* показывает на оси ординат среднюю распространённость ССЗ для работников, имеющих ИМТ от минимального значения ИМТ до ИМТ*. Например, при значении ИМТ*=24,0 кг/м^2 (интервал ИМТ от минимального 17,1 до 24,0 кг/м^2 включает 254 работника) имеем значение *CUSUM*=0,202. Это означает, что среди всех 254 работников, у которых ИМТ меньше 24,0 кг/м^2, распространённость ССЗ достаточно низкая и равна 0,202. При увеличении ИМТ выше 24,0 кг/м^2 начинается явный рост распространённости ССЗ, она уже никогда не опускается до уровня порядка 0,2. Последнее значение функции *CUSUM* для максимального значения ИМТ равно 0,376; оно получается путём деления числа работников, имеющих ССЗ (таких работников 308), на общее число работников — 820.

Используя эту информацию, проведём новую стратификацию таким образом, чтобы одни страты включали значения ИМТ меньше 24 кг/м^2, а другие — больше 24 кг/м^2. Результаты показаны в табл. 1 и на рис. 7.

Согласно табл. 1, значения ИМТ ниже 24 кг/м^2 имеют 254 работника (достаточно много), поэтому этот диапазон ИМТ мы раздели на 3 страты. В каждой из них фактические данные W_{obs} показывают достаточно низкие значения распространённости ССЗ. Значения ИМТ выше 24 кг/м^2 были разделены на 6 страт, из которых 4 (страты 4–7) имеют диапазон 2 кг/м^2. Страта 8 включает диапазон ИМТ от 32 до 34,5 кг/м^2. Граничное значение ИМТ= 34,5 кг/м^2 выбрано также с использованием процедуры *CUSUM,* но «в обратном направлении» (значения ИМТ для расчёта *CUSUM* упорядочиваются по убыванию). При таком выборе граничного значения ИМТ в последней страте 9 со значениями ИМТ выше 34,5 кг/м^2 наблюдаем высокое значение распространённости ССЗ, равное $W(CC3)_{obs}$=0,794, что значительно выше, чем W(ССЗ)=0,690 в последней страте при стандартной стратификации на рис. 5.

Графика. Как показывает рис. 7, при ИМТ больше 24 кг/м^2 расчётные и наблюдаемые значения распространённости ССЗ хорошо согласуются друг с другом. Отсюда следует, что OR=1,168 (ДИ: 1,126–1,212), рассчитанное методом ЛогР по формуле (*4*), соответствует действительности только при ИМТ выше 24 кг/м^2. Если же использовать OR=1,168 при значениях ИМТ, меньших 24 кг/м^2, мы получим неверное представление о влиянии ИМТ на распространённость ССЗ.

Уроки примера 2. Стандартная стратификация на 10 страт с равным числом наблюдений в стратах показывает адекватность модели ЛогР первичным данным (значение критерия согласия D. Hosmer и S. Lemeshow *значительно* меньше критического для уровня значимости α=0,05). Графическое представление результатов стратификации показывает, что между данными стратификации и расчётами методом ЛогР могут наблюдаться различия в начальных стратах. Поскольку процедура стратификации содержит элементы неоднозначности, для подтверждения выводов о характере связи ССЗ и ИМТ предлагается использовать функцию кумулятивной вероятности *CUSUM*, которая не содержит неоднозначностей. Использование процедуры *CUSUM* «в прямом направлении» (то есть при увеличении ИМТ)

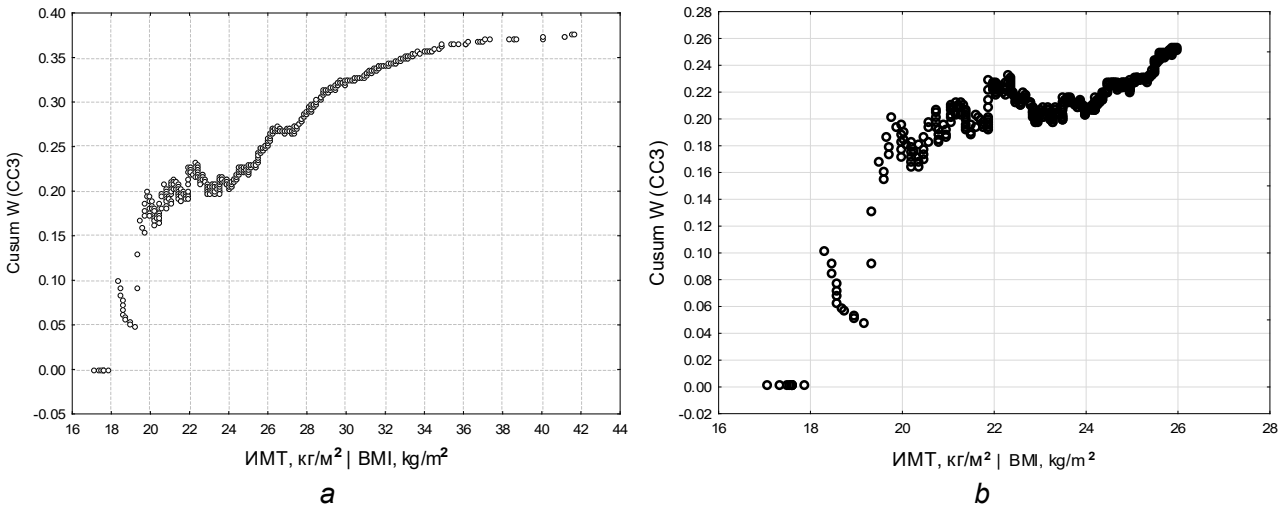

Рис. 6. Функция кумулятивной вероятности для сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в зависимости от индекса массы тела (ИМТ): *a* — для 820 работников, *b* — начальный участок для значений ИМТ, меньше 26 кг/м^2.
Fig. 6. Cumulative probability function for cardiovascular disease as a function of body mass index (BMI): *a*. for 820 workers. *b*. its initial section for BMI values less than 26 kg/m^2.

подтвердило отсутствие увеличения распространённости ССЗ при увеличении ИМТ от минимума до ИМТ=24 кг/м^2 (в этом диапазоне ИМТ распространённость ССЗ остаётся постоянной и низкой — на уровне W=0,20). Процедура *CUSUM* «в обратном направлении» (при уменьшении ИМТ) показала наличие диапазона от максимума до ИМТ=34,5 кг/м^2 с высоким значением W(ССЗ)=0,794, который не выявлялся при стандартной стратификации. Таким образом, использование функции *CUSUM* позволяет провести стратификацию более обоснованно с точки зрения выявления связи W(ССЗ) с ИМТ. В результате такой стратификации показано, что первичные данные хорошо согласуются с расчётами методом ЛогР только для ИМТ выше 24 кг/м^2.

Пример 3. Распространённость заболеваний щитовидной железы и ИМТ

В данном примере показано, что даже при выполнении условий применимости ЛогР её результаты могут *кардинально* отличаться от первичных данных, и это отличие удаётся установить только благодаря процедуре скользящего среднего.

Для построения модели ЛогР использован материал, включающий 100 женщин в возрасте от 51 до 79 лет в состоянии постменопаузы, для которых определяли в том числе антропометрические показатели и распространённость различных соматических патологий — данные НИИ охраны материнства и младенчества, Екатеринбург [13,

Таблица 1. Схема стратификации согласно рекомендациям *CUSUM*
Table 1. Stratification scheme according to *CUSUM*

Номер страты Stratum number	Диапазон ИМТ BMI interval	Среднее значение ИМТ Mean BMI	Число работников в страте Number of workers in stratum	W (сердечно-сосудистые заболевания)$_{obs}$, стратификация W_{obs} (cardiovascular disease), stratification	W (сердечно-сосудистые заболевания), метод логистической регрессии W (cardiovascular disease), logistic regression calculations
1	17,1–19,99	18,70	32	0,219	0,146
2	20,0–21,99	21,03	83	0,217	0,198
3	22,0–23,99	23,07	139	0,201	0,253
4	24,0–25,99	24,95	150	0,327	0,313
5	26,0–27,99	26,89	123	0,398	0,381
6	28,0–29,99	28,88	133	0,459	0,456
7	30,0–31,99	31,04	75	0,520	0,541
8	32,0–34,49	33,06	51	0,588	0,617
9	34,5+	37,03	34	0,794	0,751

Примечание. ИМТ — индекс массы тела.
Note. BMI — Body mass index.

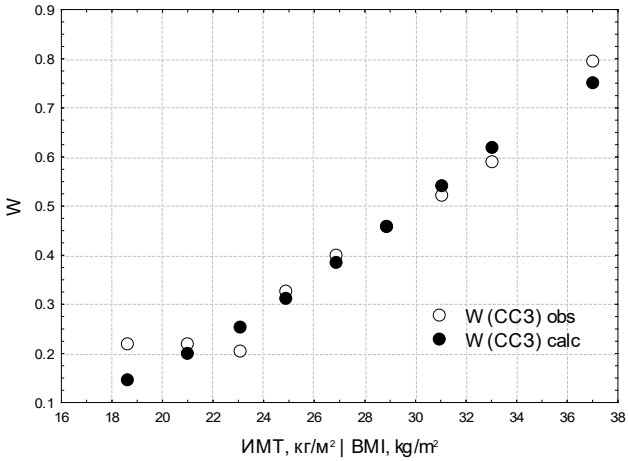

Рис. 7. Вероятности W сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) по результатам стратификации, показанной в табл. 1.
Fig. 7. Probabilities W(cardiovascular disease) based on the stratification results in table 1.

14]. В примере анализируется связь распространённости заболеваний ЩЖ у женщин с ИМТ. Заболевания ЩЖ кодируются символом 0, если заболевания у данной женщины нет, и 1, если заболевание есть, ИМТ изменяется от 19,7 до 30,9 кг/м^2.

Стратификация (проверка адекватности модели ЛогР). Результаты стратификации показаны на рис. 8*a*. На их основе был рассчитан критерий согласия D. Hosmer и S. Lemeshow для проверки линейности связи logit(W) вероятности иметь заболевание ЩЖ с предиктором ИМТ. Оказалось, что при разделении предиктора ИМТ на 10 страт с равным числом наблюдений в стратах, гипотеза о линейности logit(W) не отвергается (хи-квадрат D. Hosmer и S. Lemeshow χ^2=9,89 гораздо меньше критического значения $\chi^2_{крит.}$ для восьми степеней свободы на уровне значимости α=0,05), мы имеем право использовать ЛогР для анализа связи между распространённостью ЩЖ и ИМТ.

Первичные данные. Применение метода ЛогР к первичным данным показывает, что коэффициент регрессии b_1=0,00995 в соотношении типа (*2*) статистически значимо не отличается от нуля (*p*=0,877). Таким образом, если ограничиться только статистическими критериями, приходим к выводу, что метод ЛогР, использованный в данном примере при *выполнении* условий его применимости, *не показал* статистически значимой связи между W(ЩЖ) и ИМТ. Если же обратиться к графическому представлению результатов стратификации (рис. 8*a*), тогда обоснованность такого вывода уже не выглядит столь однозначной.

Скользящее среднее. Для более надёжного установления характера статистической связи между ИМТ и вероятностью W иметь заболевание ЩЖ используем методы скользящего среднего (окно скользящего среднего, равное 21 пациент, выбрано с использованием функции кумулятивной вероятности). Результат, показанный на рис. 8*b*, отличается от расчётов методом ЛогР (W_{calc} на рис. 8*a*) и от результатов стандартной стратификации (W_{obs} на рис. 8*a*). Возникает вопрос: имеется ли статистически значимая связь между ИМТ и W(ЩЖ)? Проведём анализ статистической значимости различий вероятностей W(ЩЖ) для различных значений ИМТ по данным скользящего среднего (рис. 8*b*), для чего сравним страты с минимальной и максимальной W(ЩЖ). Первая страта на рис. 8*b* (максимум распространённости W=0,476) включает женщин с ИМТ от 19,7 до 24,8 кг/м^2; среднее значение ИМТ=22,1 кг/м^2. В 25-й страте по ИМТ (ИМТ от 25,3 до 27,3; среднее ИМТ=26,5 кг/м^2) наблюдаем минимальную распространённость патологии ЩЖ (W=0,143). Страты 1 и 25 содержат по 21 наблюдению и не пересекаются. По двустороннему критерию сравнения долей для независимых наблюдений W=0,476 и W=0,143 различаются статистически значимо, *p*=0,0195. В страте 80 (включает женщин с ИМТ от 29,6 до 30,9 кг/м^2; среднее значение ИМТ=29,8 кг/м^2) распространённость патологии ЩЖ равна W=0,429. Различие со стратой 25 также статистически значимо, *p*=0,0404. Таким образом, имеем статистически значимую связь распространённости заболевания ЩЖ с ИМТ, которая не описывается логистической функцией типа (*1*).

Глядя на «экзотический» рис. 8*b* можно предположить, что он появился в результате случайного стечения каких-то необычных причин и является редким исключением из общего правила. Это, однако, не так. Анализ ситуации, которая привела к рис. 8*b*, показал следующее. Пусть $\langle x_0 \rangle$ и $\langle x_1 \rangle$ — средние значения предиктора *X* в группах *Y*=0 и *Y*=1, а σ_0^2 и σ_1^2 — дисперсии *X* в этих же группах. Тогда диаграммы типа рис. 8*b* неизбежно возникают при условии $\langle x_0 \rangle = \langle x_1 \rangle$ и $\sigma_0^2 \neq \sigma_1^2$, причем рис. 8*b* с «провалом» в центре получается, когда $\sigma_1^2 > \sigma_0^2$; если же $\sigma_1^2 < \sigma_0^2$, тогда в центре рис. типа 8*b* увидим пик. Отметим также, что рисунки типа рис. 2 (линейный логит) получаются при условии $\langle x_0 \rangle \neq \langle x_1 \rangle$ и $\sigma_0^2 = \sigma_1^2$.

Уроки примера 3. Даже в случае адекватности модели ЛогР по критериям согласия возможны ситуации, когда фактический материал радикально не согласуется с моделью. *Особенно это касается случаев, когда модель оказывается статистически незначимой.* Статистическая незначимость модели может происходить именно из-за отклонения logit(W) от линейности. При этом в некоторых случаях модель признаётся адекватной фактическому материалу. Приведённый пример показывает, что такие ситуации возможны.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для корректного использования методов ЛогР при исследовании статистической связи между дихотомическим откликом *Y* и количественным предиктором *X* необходимо выполнение условия линейности логита (проверка адекватности модели ЛогР). Анализ публикаций

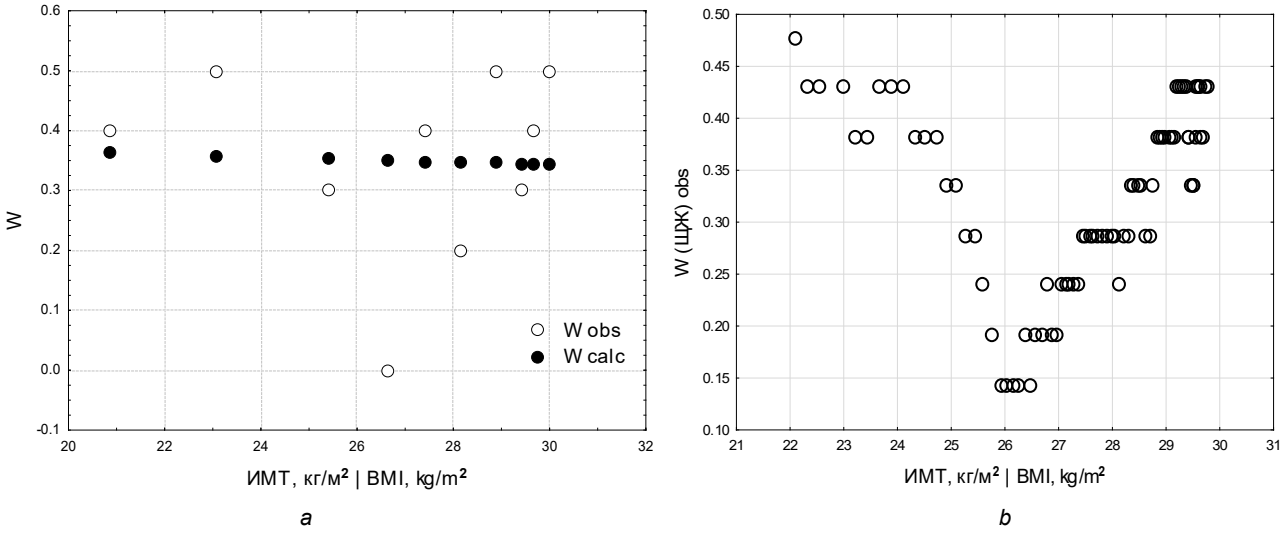

Рис. 8. Данные о заболеваниях щитовидной железы (ЩЖ): *a* — вероятность W по результатам стратификации 100 пациенток на 10 страт (открытые кружки), сплошные кружки – расчёт методом логистической регрессии, *b* — связь вероятности W с индексом массы тела (ИМТ) для данных скользящего среднего (окно скользящего среднего — 21, всего 80 страт).

Fig. 8. Thyroid disease: *a*. probabilities W from data obtained by stratifying 100 patients into 10 strata (open circles) as a function of body mass index (BMI), full circles represent results of logistic regression calculations (calc), *b*. probabilities W_{obs} for moving average data as a function of BMI (moving average window is 21 patients, total 80 strata).

по применению ЛогР в задачах эпидемиологии показывает, что в большинстве из них адекватность моделей не проверяется [16, 17]. Редкие исключения — работы типа Н.Н. Коныртаевой и соавт. [18], где выполнены обе проверки: адекватности (критерий D. Hosmer и S. Lemeshow) и статистической значимости модели ЛогР.

Отсутствие во многих публикациях проверки адекватности моделей ЛогР выглядит необъяснимым, поскольку проверка адекватности (согласия теории фактическому материалу) является обязательной во всех разделах математической статистики. Например, прежде чем представить данные в виде среднего значения и стандартного отклонения, обязательно проверяется адекватность фактических данных форме нормального распределения [19]. Также при использовании критерия Стьюдента для сравнения средних значений *X* в двух независимых выборках сначала проверяется нормальность распределения *X* в выборках и только потом — статистическая значимость различия средних. При этом проверка адекватности именно модели ЛогР многими авторами не считается обязательной. Между тем проверка адекватности модели ЛогР описанными выше способами не только отвечает на вопрос об адекватности (варианты ответа: да — нет), но и позволяет установить реальную форму статистической связи между дихотомическим *Y* и количественным *X* в имеющихся фактических данных.

Выше подчёркивалось, что адекватность и статистическая значимость модели ЛогР — это два различных понятия. Есть авторы, которые путают адекватность со значимостью. Например, C.-Y.J. Peng и соавт. [8] в статье *обучающей* направленности пишут: «отклонение нулевой гипотезы H_0: b_1=0 означает, что между *X* и logit(W) имеется линейная связь»[1].

Здесь авторы, очевидно, ошибаются. На самом деле, отклонение нулевой гипотезы H_0: b_1=0 означает, что в формуле типа (*2*) для logit(W) имеется линейное по *X слагаемое*, но не обязательно оно одно, возможно, в logit(W) присутствуют другие члены, нелинейные по *X*. Если же в logit(W) есть нелинейные члены, тогда использование OR как показателя связи между дихотомическим *Y* и количественным *X* невозможно, а гарантировать линейность logit(W) может только проверка адекватности модели, а вовсе не статистическая значимость коэффициента b_1.

Отметим, что проверка адекватности критически важна именно при использовании ЛогР как метода *исследования зависимостей*, когда необходимо быть уверенным, что расчётное значение OR действительно описывает реальную ситуацию. Если же модель ЛогР используется как *метод классификации* (прогнозирования) и даёт высокие значения чувствительности и специфичности, тогда проверка адекватности модели ЛогР не так важна; главное, чтобы модель работала (давала правильный прогноз) независимо от того, каким способом получено прогностическое правило. В некоторых работах [17] модель ЛогР используется одновременно в обоих качествах, тогда проверка адекватности модели важна именно для корректной интерпретации OR.

В данной работе показано, что ориентация только на статистические критерии может привести к искажению

[1] «Within the framework of inferential statistics, the null hypothesis states that b1 equals zero, or there is no linear relationship in the population. Rejecting such a null hypothesis implies that a linear relationship exists between X and the logit of Y» [8].

выводов, получаемых методом ЛогР. Например, показано, что критерии согласия могут не отвергать гипотезу о линейности связи предиктора *X* с logit(W), а графический анализ показывает явно нелинейную связь (см. пример 3). Активными пропагандистами графического представления и анализа результатов статистического анализа были такие известные специалисты, как Дж. Тьюки и A.F. Siegel. Американский статистик Andrew Siegel в монографии [4] практически каждый вывод иллюстрирует графиками с подробными комментариями. Один из создателей современной науки анализа данных Джон Тьюки [20] писал: «Графики, подчёркивающие лишь то, что нам уже известно, нередко не стоят места, которое они занимают. Графики, которые надо рассматривать с лупой, чтобы увидеть в них главное, заставляют нас тратить понапрасну время и мало полезны. **График имеет наибольшую ценность** тогда, когда он *вынуждает* нас заметить то, что **мы совсем не ожидали увидеть**» (выделения в тексте принадлежат автору). Приведённые выше рис. 3, 7 и особенно 8 как раз и показывают то, что мы не ожидали увидеть.

При увеличении числа наблюдений имеет место увеличение вероятности отклонить нулевую гипотезу о линейности logit(W) в случае, если она верна. Например, в примере 1 при наличии 100 пациентов нулевая гипотеза не отклоняется с высокой вероятностью. Если же увеличить число пациентов со 100 до 650 при сохранении всех соотношений между возрастом и вероятностью ССЗ, тогда нулевая гипотеза о линейности logit(W) по результатам стандартной стратификации рис. 3 будет отклонена на уровне значимости α=0,05. Это так называемый эффект *слишком большого объёма выборки* [1], в результате которого любая нулевая гипотеза будет отклонена, если число наблюдений достаточно велико [1, 21]. Это ещё одно основание использовать графики в ЛогР для экспертной оценки линейности logit(W), особенно если число наблюдений действительно велико.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во всех приведённых выше примерах, в которых исследовалась статистическая связь между дихотомическим откликом *Y* и количественным предиктором *X*, гипотеза об адекватности модели ЛогР фактическим данным не отклоняется, следовательно, использование ЛогР является обоснованным. В то же время результаты применения ЛогР в трёх примерах совсем разные. В первом примере модельная (искусственно созданная) база данных демонстрирует полное согласие модели и данных. Во втором примере имеются отклонения от модели ЛогР в некоторых областях значений предиктора, хотя в целом модель и фактические данные находятся в согласии. В третьем примере фактические данные показывают нелинейную и даже немонотонную связь между *Y* и *X*, в то время как по критерию согласия D. Hosmer и S. Lemeshow модель ЛогР (линейная по *X*) признаётся адекватной фактическим данным. Все возможные разногласия между моделями ЛогР и фактическими данными могут быть выявлены при совместном использовании методов стратификации, скользящего среднего и функции кумулятивной вероятности в сочетании с графическим представлением и анализом результатов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. А.Н. Вараксин — идея и концепция исследования, анализ данных, написание текста, Ю.В. Шалаумова — создание компьютерных программ для расчёта скользящего среднего и функции кумулятивной вероятности, анализ данных, написание текста, Т.А. Маслакова — анализ данных, работа с литературными источниками, написание текста. 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).

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ИПЭ УрО РАН (протокол №3 от 05.06.2023).

Источники финансирования. Исследование выполнено в соответствии с Государственным заданием и планом НИР ИПЭ УрО РАН за счёт субсидий Минобрнауки Российской Федерации на выполнение научной темы FUMN-2024-0002 и Государственным заданием и планом НИР ИЭРиЖ УрО РАН за счёт субсидий Минобрнауки Российской Федерации на выполнение научной темы АААА-А19-119111990097-4.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. A.N. Varaksin — idea, data analysis, drafting of the text and general scientific supervision. Yu.V. Shalaumova — development of computer programs for calculation of moving average and cumulative probability function, data analysis, drafting of the text. T.A. Maslakova — data analysis, work with literary sources, drafting of the text. All authors confirm that their authorship is in accordance with the international ICMJE criteria (all authors contributed substantially to the design, conduct of the study and writing of the article, and read and approved the final version before publication).

Ethical expertise. The study was approved by the local ethics committee of the Institute of Industrial Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (protocol No. 3 of 06/05/2023)

Funding source. The study was supported by Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project FUMN-2024-0002 in accordance with the state assignment and the research plan of the Institute of Industrial Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences and project AAAA-A19-119111990097-4 in accordance with the state assignment and the research plan of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.
Statement of originality. In creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).
Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, and no new data was collected or created.
Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.
Provenance and peer-review. This paper was submitted to the journal on an unsolicited basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board, and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Ayvazyan SA, Yenyukov IS, Meshalkin LD. *Applied statistics. Addiction research*. Moscow: Finansy i statistika; 1985. 487 p. (In Russ.)
2. Ayvazyan SA, Buchstaber VM, Yenyukov IS, Meshalkin LD. *Applied statistics. Classification and reduction of dimensionality*. Moscow: Finansy i statistika; 1989. 606 p. (In Russ.)
3. Afifi AA, Azen SP. *Statistical analysis. A computer oriented approach*. Moscow: Mir; 1982. 488 p. (In Russ.)
4. Siegel AF. *Practical business statistics*. Irwin: McGraw-Hill; 1999. 800 p.
5. Hosmer D, Lemeshow S. *Applied logistic regression*. New York: Wiley & Sons; 2000. 373 p.
6. Shoukri MM, Pause CA. *Statistical methods for health sciences*. Boca Raton: CRC Press; 1999. 384 p.
7. Afifi AA, May S, Clark V. *Computer-aided multivariate analysis*. Boca Raton: Chapman&Hall/CRC; 2003. 512 p.
8. Peng C-YJ, Lee KL, Ingersoll GM. An introduction to logistic regression. Analysis and reporting. *J. Educational Research*. 2002;96(1):3–14. doi: 10.1080/00220670209598786
9. Wooldridge JM. *Introductory econometrics: a modern approach*. Mason: South-Western; 2009. 865 p.
10. Schmidt CO, Kohlmann T. When to use the odds ratio or the relative risk? *Int J. Public Health*. 2008;53(3):165–167. doi: 10.1007/s00038-008-7068-3
11. Bakhtereva EV, Shirokov VA, Varaksin AN, Panov VG. Assessing the risk of carpal tunnel syndrome exposure occupational factors. *Ural Medical Journal*. 2015;(10):9–13. EDN: VLMSTX
12. Varaksin AN, Bakhtereva EV, Panov VG, et al. Risk factors for neurological diseases development in workers of Urals industrial plants: prognostic models based on discriminant analysis. *Ecological Systems and Devices*. 2016;(5):27–33. EDN: WMATKB
13. Mikhelson AA, Lazukina MV, Varaksin AN, et al. Erosion of the vaginal mucosa in postmenopausal women with surgical correction of genital prolapse. *Treatment and prevention*. 2020;10(4);55–64. EDN: ZCTUDM
14. Mikhelson AA, Lazukina MV, Varaksin AN, et al. Effects of preoperative preparation on the vaginal mucosa in women with genital prolapse associated with genitourinary menopausal syndrome. *Acta Scientific Women's Health*. 2023;5(4):83–97. doi: 10.31080/ASWH.2023.05.0494 EDN: UWBRGC
15. Varaksin AN, Shalaumova YuV, Maslakova TA, et al. Application of moving average methods for the construction of regression models in medical and environmental research. *Ecological Systems and Devices*. 2020;(6):12–21. doi: 10.25791/esip.06.2020.1159 EDN: XTBFAV
16. Maksimov DM, Maksimova ZV. Prevalence of smoking and hazardous drinking among industrial workers in the Sverdlovsk region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021;28(3):34–41. doi: 10.33396/1728-0869-2021-3-34-41 EDN: ICGEPK
17. Kretova IG, Vedyasova OA, Komarova MV, Shiryaeva OI. Analysis and forecasting of reserve capabilities of the organism of students according to indices of heart rate variability. *Hygiene and Sanitation*. 2017;96(6):556–561. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-556-561 EDN: ZAPEEB
18. Konyrtaeva NN, Ivanov SV, Kausova GK, et al. Leech therapy in kazakhstan: patients' characteristics and compliance with treatment. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(2):42–48. doi: 10.33396/1728-0869-2016-2-42-48 EDN: VQGTMZ
19. Kharkova OA, Grjibovski AM. Analysis of one and two independent samples using STATA software: parametric tests. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2014;21(3):57–61. EDN: RYIEZL
20. Tukey JW. *Exploratory data analysis*. Moscow: Mir; 1981. 693 p. (In Russ.)
21. Glantz S. *Primer of biostatistics*. New York: McGraw-Hill; 1992. 440 p.

ОБ АВТОРАХ

*** Вараксин Анатолий Николаевич,** д-р физ.-мат. наук, профессор;
адрес: Россия, 620990, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д. 20;
ORCID: 0000-0003-2689-3006;
eLibrary SPIN: 9910-2326;
e-mail: varaksin@ecko.uran.ru

Шалаумова Юлия Валерьевна, канд. техн. наук;
ORCID: 0000-0002-0173-6293;
eLibrary SPIN: 3163-6856;
e-mail: jvshalaumova@gmail.com

Маслакова Татьяна Анатольевна, канд. физ.-мат. наук;
ORCID: 0000-0001-6642-9027;
eLibrary SPIN: 3233-7652;
e-mail: t9126141139@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Anatoly N. Varaksin,** Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Professor;
address: 20 S. Kovalevskoy st, Ekaterinburg, Russia, 620990;
ORCID: 0000-0003-2689-3006;
eLibrary SPIN: 9910-2326;
e-mail: varaksin@ecko.uran.ru

Yulia V. Shalaumova, Cand. Sci. (Engineering);
ORCID: 0000-0002-0173-6293;
eLibrary SPIN: 3163-6856;
e-mail: jvshalaumova@gmail.com

Tatiana A. Maslakova, Cand. Sci. (Physics and Mathematics);
ORCID: 0000-0001-6642-9027;
eLibrary SPIN: 3233-7652;
e-mail: t9126141139@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco643447 EDN: ILNNPU

Сезонные вариации парциальной плотности кислорода в различных климатических поясах

О.Н. Рагозин[1, 2], И.В. Радыш[3], Л. Мутэло[4], Е.Ю. Шаламова[1], А.Б. Гудков[5], Э.Р. Рагозина[1], И.А. Погонышева[2]

[1] Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Ханты-Мансийск, Россия;
[2] Нижневартовский государственный университет, Нижневартовск, Россия;
[3] Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия;
[4] Университет Лимпопо, Полокване, Южно-Африканская Республика;
[5] Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В настоящее время растёт озабоченность учёных изменением содержания кислорода в приземном слое воздуха. Существуют классификации погод, где определяющим метеотропным воздействием, влияющим на здоровье человека, является величина парциальной плотности кислорода. Однако эти типы погоды не учитывают состояние гипероксии, хотя есть данные о негативном воздействии на здоровье человека высокого содержания кислорода во вдыхаемом воздухе. Представляется актуальным оценить сочетание периодических и апериодических компонентов погодных факторов и их внутригодовые вариации в различных климатических поясах и определить их вклад в формирование сезонных ритмов парциальной плотности кислорода.

Цель. Оценить вклад погодных факторов субарктического и субтропического климатических поясов в сезонную динамику парциальной плотности кислорода в атмосферном воздухе.

Материалы и методы. Для математического анализа изменений погоды применён вейвлет-анализ. Анализ сигналов производили в плоскости wavelet-коэффициентов (масштаб–время–уровень). Статистическую значимость ритмов оценивали путём многократной (5000) случайной перестановки уровней исходного временно́го ряда.

Результаты. В субарктическом регионе годовой ритм парциальной плотности кислорода модулируется вставочными внутригодовыми колебаниями погодных факторов; в субтропиках вариабельность парциальной плотности кислорода определяется постоянными низкоамплитудными ритмами этих же факторов. Население Севера испытывает воздействие гипероксии в течение пяти зимних месяцев и гипоксии — летом. В провинции Лимпопо (ЮАР) в течение влажного сезона (с ноября по май) наблюдается гипоксия, которая в соответствии с медицинской классификацией погоды требует медицинского контроля.

Заключение. С учётом апериодических составляющих в динамике погодных факторов в математической обработке данных необходимо применение методов, которые оценивают изменения спектрального состава временно́го ряда со временем. Медицинские классификации погод рекомендуем дополнить такими пунктами, как «гипероксический день» и «гипероксический» тип погоды.

Ключевые слова: экстремальные погодные условия; кислород; гипоксия; гипероксия; Север.

Как цитировать:
Рагозин О.Н., Радыш И.В., Мутэло Л., Шаламова Е.Ю., Гудков А.Б., Рагозина Э.Р., Погонышева И.А. Сезонные вариации парциальной плотности кислорода в различных климатических поясах // Экология человека. 2024. Т. 31, № 9. С. 692–700. DOI: 10.17816/humeco643447 EDN: ILNNPU

Рукопись поступила: 26.12.2024 **Рукопись одобрена:** 26.02.2025 **Опубликована online:** 18.03.2025

ЭКО•ВЕКТОР
Распространяется на условиях лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco643447 EDN: ILNNPU

The contribution of weather factors to seasonal variations in oxygen partial density in different climatic zones

Oleg N. Ragozin[1, 2], Ivan V. Radysh[3], Livhuwani Muthelo[4], Elena Yu. Shalamova[1], Andrei B. Gudkov[5], Elina R. Ragozina[1], Irina A. Pogonysheva[2]

[1] Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia;
[2] Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia;
[3] Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;
[4] University of Limpopo, Polokwane, South Africa;
[5] Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Currently, there is growing concern about changes in the oxygen content in the surface air layer. There are weather classifications where the determining meteotropic effect affecting human health is the value of oxygen partial density, but among these types of weather, hyperoxia situations are not considered, although in a number of studies attention has been drawn to the negative impact on human health of high oxygen content in inhaled air. Taking into account the combination of periodic and aperiodic components of weather factors, it seems relevant to assess their intraannual variations in different climatic zones and determine their contribution to the formation of seasonal rhythms of partial oxygen density.

AIM: To assess the contribution of weather factors of the subarctic and subtropical climatic zones to the seasonal dynamics of the partial oxygen density in the atmospheric air.

MATERIALS AND METHODS: Wavelet analysis was used for mathematical analysis of weather changes. Signal analysis was performed in the plane of wavelet coefficients (scale–time–level). The statistical significance of rhythms was estimated by multiple (5000) random permutations of the levels of the original time series.

RESULTS: In the Subarctic region, the annual rhythm of partial oxygen density is modulated by the insertion intra-annual rhythms of weather factors, in the subtropics, the rhythm of partial oxygen density is determined by constant low-amplitude rhythms of weather factors. The population of the North is exposed to hyperoxia during the five winter months and hypoxia in the summer. In the Limpopo province of South Africa, hypoxia occurs during the wet season (November to May), which, according to the medical weather classification, requires medical supervision.

CONCLUSION: Considering the presence of aperiodic components in the dynamics of weather factors, mathematical data processing requires the use of methods that evaluate changes in the spectral composition of a time series over time. We recommend supplementing medical weather classifications with such items as "hyperoxic day" and "hyperoxic" weather type.

Keywords: extremeweather; oxygen; hypoxia; hyperoxia; North.

To cite this article:
Ragozin ON, Radysh IV, Muthelo L, Shalamova EYu, Gudkov AB, Ragozina ER, Pogonysheva IA. The contribution of weather factors to seasonal variations in oxygen partial density in different climatic zones. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):692–700. DOI: 10.17816/humeco643447 EDN: ILNNPU

Submitted: 26.12.2024 **Accepted:** 26.02.2025 **Published online:** 18.03.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/humeco643447 EDN: ILNNPU

不同气候带内局部氧气密度的季节变化

Oleg N. Ragozin[1, 2], Ivan V. Radysh[3], Livhuwani Muthelo[4], Elena Yu. Shalamova[1], Andrei B. Gudkov[5], Elina R. Ragozina[1], Irina A. Pogonysheva[2]

[1] Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia;
[2] Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia;
[3] Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;
[4] University of Limpopo, Polokwane, South Africa;
[5] Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

摘要

论证。当前，科学家们对地球近地面大气层中氧气含量的变化感到日益担忧。在一些天气分类中，影响人类健康的决定性气象效应是局部氧气密度值。尽管有证据表明吸入空气中的高浓度氧气会对健康产生不利影响，但是，这些类型的天气并不算是高氧条件。 评价气候因素中的周期性和非周期性成分的组合及其在不同气候带内的年内变化，并确定这些因素对形成季节性局部氧气密度节律的贡献，显然是迫切的需求。

目的。评估亚北极气候区和亚热带气候区的气象因素对大气空气中局部氧气浓度季节动态变化的贡献。

材料和方法。应用小波分析法对气候变化进行数学分析。信号分析在小波系数的平面（尺度-时间-等级）中进行。通过在原始时间序列水平上的多次（5000）随机排列评估了节律的统计意义。

结果。在亚北极地区，局部氧密度的年节律受气候因素的插入式年内波动调节；在亚热带地区，局部氧密度的变化由这些因素的恒定低幅节律决定。 北方的居民在冬季的五个月里会受到多氧症的影响，而在夏季则会受到少氧症的影响。 在南非林波波省，根据天气的医学分类，需要医学监测，在潮湿季（11月至5月）会出现低氧症。

结论。考虑到气候因素动态中的非周期成分，在数学数据处理中必须应用的方法，应能够评估时间序列的频谱成分随时间的变化。我们建议在天气的医学分类中增加“多氧日”和“多氧”天气类型等项目。

关键词： 极端天气条件；氧气；低氧症；多氧症；北方。

引用本文：
Ragozin ON, Radysh IV, Muthelo L, Shalamova EYu, Gudkov AB, Ragozina ER, Pogonysheva IA. 不同气候带内局部氧气密度的季节变化. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2024;31(9):692–700. DOI: 10.17816/humeco643447 EDN: ILNNPU

收到: 26.12.2024 **接受:** 26.02.2025 **发布日期:** 18.03.2025

ECO•VECTOR
The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

На организм человека оказывают влияние множество погодных и геофизических факторов, основными из которых являются температура, влажность, атмосферное давление, солнечная радиация, магнитная активность, состав воздуха [1–3]. Интенсивность биотропного воздействия обусловлена не только величиной этих факторов, но и периодичным и апериодичным изменением их во времени [4]. Длительная экспозиция высокой температуры вызывает гипертермию и сопутствующие ей синдромы, такие как тахикардия, гипер- или гипотензия, головная боль, судорожный синдром, водно-электролитные нарушения [5]. В результате охлаждения возможны многообразные функциональные изменения, ухудшающие здоровье [6, 7]. Так, определены 33 вида и класса болезней и синдромов, где острое воздействие холода может являться как причинным (этиологическим) фактором возникновения дисфункций, так и выступать решающим условием для реализации других патологических процессов (патогенетический фактор), способствуя обострению их клинического течения и утяжелению исходов.

Высокая влажность усиливает патогенное воздействие как высоких, так и низких температур. При высокой влажности нарушаются процессы вентиляции и альвеолокапиллярной диффузии [8]. Пары́ воды участвуют в поддержании уровня парциальной плотности кислорода (ППК) во вдыхаемом воздухе и в процессах теплоотдачи. Атмосферное давление влияет на значительное число функций организма человека, в том числе на газообмен и работу системы кровообращения [9].

В настоящее время растёт озабоченность компетентных специалистов изменением содержания кислорода в приземном воздухе [10, 11]. Существует несколько классификаций погод, где влияющим на здоровье человека определяющим фактором является величина ППК. Это гипоксический, спастический, индифферентный, гипотензивный типы, требующие или не требующие медицинского контроля [12, 13].

Необходимо отметить, что среди этих типов погод не рассматриваются ситуации с повышенным содержанием кислорода, хотя в ряде работ было установлено негативное воздействие на здоровье и самочувствие человека повышенного содержания кислорода во вдыхаемом воздухе [14], в том числе и в высоких широтах [15].

С учётом сочетания периодических и апериодических изменений погодных факторов представляется актуальным оценить их внутригодовые вариации в различных климатических поясах и определить их вклад в формирование сезонных ритмов ППК.

Цель исследования. Оценить вклад погодных факторов субарктического и субтропического климатических поясов в сезонную динамику ППК в атмосферном воздухе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Погода испытывает периодические и апериодические изменения, поэтому для математического анализа изменений погоды применен вейвлет-анализ [16]. Анализ сигналов производили в плоскости wavelet-коэффициентов (масштаб–время–уровень) [17]. По результатам вейвлетного преобразования можно судить, как меняется спектральный состав временно́го ряда со временем, то есть возможно отслеживать погодные «всплески»: циклоны с атмосферными фронтами и их влияние на постоянные ритмы погодных компонентов [4].

Определяли средний уровень показателя (мезор, M±m), амплитуду ритма (A, усл. ед.), периоды постоянных и вставочных (квантованных) ритмов (сут/мес.), коэффициент вариации (c_v, %) и коэффициент синхронизации (r, усл.ед.) анализируемых временны́х рядов. Статистическую значимость ритмов оценивали путём многократной (5000) случайной перестановки уровней исходного временно́го ряда. Приведённые в статье значения *p* показывают долю случаев, когда энергия выделенной частотной составляющей в исходном ряду превышала соответствующую энергию в случайной перестановке.

Для оценки окологодовых вариаций погодных факторов использовали ежедневные среднесуточные значения температуры окружающего воздуха (T,°C); атмосферного давления (P, мм рт. ст.), относительной влажности (φ, %) и ППК (г/м^3).

ППК (другое определение — весовое содержание кислорода) прямо пропорционально атмосферному давлению за вычетом парциального давления водяного пара и обратно пропорционально температуре воздуха: O_2=83×(P–φ)/T, которое коррелирует с парциальным давлением кислорода во вдыхаемом и альвеолярном воздухе в зависимости от физических характеристик [18,19].

Для минимизации влияния гелиогеофизических факторов на погоду выбран 2007 г. как наиболее спокойный год, 23 цикла солнечной активности (среднемесячный сглаженный минимум чисел Вольфа составляет 2,2). Продолжительность фактических сезонов года на исследуемых территориях представлена в табл. 1.

Город Ханты-Мансийск, координаты: 61° с. ш. 69° в. д. Климат резко континентальный: суровая продолжительная зима с сильными ветрами и метелями, весенними возвратами холодов, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Характерна следующая фактическая продолжительность сезонов года[1]: осень с 05 сентября по 11 октября (36 дней); зима с 12 октября по 27 апреля (200 дней); весна с 28 апреля по 09 июня (42 дня); лето с 10 июня по 04 сентября (87 дней). В течение года наблюдаются выраженные изменения фотопериода:

[1] Ханты-Мансийский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Режим доступа: http://www.ugrameteo.ru Дата обращения: 07.11.2024.

Таблица 1. Продолжительность фактических сезонов года в Ханты-Мансийске (Россия) и Полокване (ЮАР)
Table 1. Duration of actual seasons of the year in Khanty-Mansiysk (Russia) and Polokwane (South Africa)

Ханты-Мансийск | Khanty-Mansiysk

Август August	Сентябрь September	Октябрь October	Ноябрь November	Декабрь December	Январь January	Февраль February	Март March	Апрель April	Май May	Июнь June	Июль July
Лето Summer	Осень Autumn	Зима Winter						Весна Spring			Лето Summer

Полокване | Polokwane

Август August	Сентябрь September	Октябрь October	Ноябрь November	Декабрь December	Январь January	Февраль February	Март March	Апрель April	Май May	Июнь June	Июль July
Зима Winter	Весна Spring			Лето Summer				Осень Autumn		Зима Winter	
Сухой сезон Dry season			Влажный сезон Wet season					Сухой сезон Dry season			

минимальная продолжительность светового дня отмечена 22 декабря и достигает 5 ч 32 мин; летом во время белых ночей светлое время суток составляет 19 ч 17 мин.

Город Полокване — административный центр муниципалитета Полокване, района имени Тропика Козерога и провинции Лимпопо (ЮАР), координаты: 23° ю. ш. 29° в. д.

Лето в Лимпопо продолжается с ноября по март (~5 мес.). В этот сезон выпадает бóльшая часть ежегодных осадков. Дневная температура может колебаться от 25 до 40 °C и более. Осень (апрель, май) — переходный сезон, характеризуется умеренными температурами и уменьшением количества осадков. Дневные температуры колеблются от 20 до 30 °C, количество осадков значительно уменьшается. Зима длится с июня по август (~3 мес.). Осадков практически не выпадает. Продолжительность весны, переходного периода от сухого сезона к влажному, ~2 мес. (сентябрь, октябрь). Колебания температуры от 20 до 35 °C. В провинции обильное солнечное освещение в течение всего года, особенно зимой. Сезонные вариации фотопериода незначительны, в пределах трёх часов (22 июня продолжительность светового дня — 10 ч 39 мин, 22 декабря — 13 ч 36 мин)[2].

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (заключение № 214 от 15 октября 2024 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среднегодовые величины, амплитуда колебаний и коэффициент вариации температуры, атмосферного давления, относительной влажности и ППК в Ханты-Мансийске и Полокване представлены в табл. 2.

Среднегодовые значения ППК в Ханты-Мансийске и Полокване значимо не отличаются (см. табл. 2), но наблюдаются достоверные сезонные различия (рис. 1), минимальные значения отмечаются в летние месяцы как в северном, так и в южном полушариях, однако коэффициент вариации ППК в Ханты-Мансийске выше —5,22% (от 260 г/м^3 летом до 330 г/м^3 зимой), тогда как в Полокване вариация ППК в течение года составляет 2,39% (от 260 г/м^3 летом до 290 г/м^3 зимой).

При проведении вейвлет-анализа колебаний ППК в Ханты-Мансийске обнаруживаются два вставочных [20] ритма, или всплеска [21]: 101,1 сут/4,65 усл. ед./0,001[3] и 135 сут/2,99 усл. ед./0,001 продолжительностью с января по июнь (зимне-весенний период). При сравнении спектрограммы ППК с таковыми других погодных параметров аналогичная продолжительность вставочных ритмов зафиксирована при колебаниях Т (101,1 сут), Р (75,3 сут) и φ (68,3 сут). У показателя влажности выявляются осенне-весенние всплески (19,0 сут; 17,3 сут). Корреляционный анализ вариаций погодных факторов и ППК в Ханты-Мансийске указывает на сильную положительную связь отношения ППК/Т (r=0,924) и умеренную положительную связь отношений ППК/Р (r=0,318) и ППК/φ (r=0,386).

Годовые колебания ППК в субтропическом климатическом поясе тоже имеют два вставочных ритма: 83,1 сут/2,11 усл. ед./0,002 и 23,2 сут/0,69 усл. ед./0,035, но в отличие от субарктического пояса мощность высокоамплитудного ритма с периодом 83,1 сут наблюдается в виде двух всплесков: январь–март и октябрь–декабрь, что соответствует влажному (летнему) сезону, а низкоамплитудный, но значимый ритм с периодом 23,2 сут наблюдается в максимум сухого сезона — июнь–июль (рис. 1). Температура воздуха в субтропическом поясе характеризуется постоянным низкоамплитудным трёхмесячным ритмом (101,1 сут/1,46 усл. ед./0,003) в отличие от вставочного в субарктическом климате.

[2] Green Book: Adapting South African Settlements to Climate Change.Режим доступа: https://greenbook.co.za Дата обращения: 07.11.2024.

[3] Здесь и далее: период/амплитуда/значимость.

Таблица 2. Среднегодовые величины, амплитуда колебаний и коэффициент вариации температуры, атмосферного давления, относительной влажности, парциальной плотности кислорода в Ханты-Мансийске и Полокване

Table 2. Average annual values, amplitude of fluctuations and coefficient of variation of temperature, atmospheric pressure, relative humidity, partial oxygen density in the cities of Khanty-Mansiysk and Polokwane

Параметры | Parameters	M±m	A	c_v
Ханты-Мансийск | Khanty-Mansiysk			
Температура, °C | Temperature (°C)	0,84±13,86	192,74	1641,15
Атмосферное давление, мм рт. ст. | Atmospheric pressure (mmHg)	1012,34±10,16	1024936,77	1,00
Относительная влажность, % | Relative humidity (%)	77,75±10,31	6151,88	13,27
Парциальная плотность кислорода, г/м^3 | Partial oxygen density (g/m^3)	283,24±14,79	80445,13	5,22
Полокване | Polokwane			
Температура, °C | Temperature (°C)	17,77±4,36	334,77	24,52
Атмосферное давление, мм рт. ст. | Atmospheric pressure (mmHg)	1021,29±4,24	1043051,72	0,41
Относительная влажность, % | Relative humidity (%)	63,28±14,41	4212,23	22,77
Парциальная плотность кислорода, г/м^3 | Partial oxygen density (g/m^3)	274,22±6,55	75237,27	2,39

Примечание. M — средний уровень; m— стандартная ошибка; A — амплитуда колебаний (усл. ед.); c_v— коэффициент вариации (%).

Note. M — average level; m — standard error; A — oscillation amplitude (conventional units); c_v— variation coefficient (%).

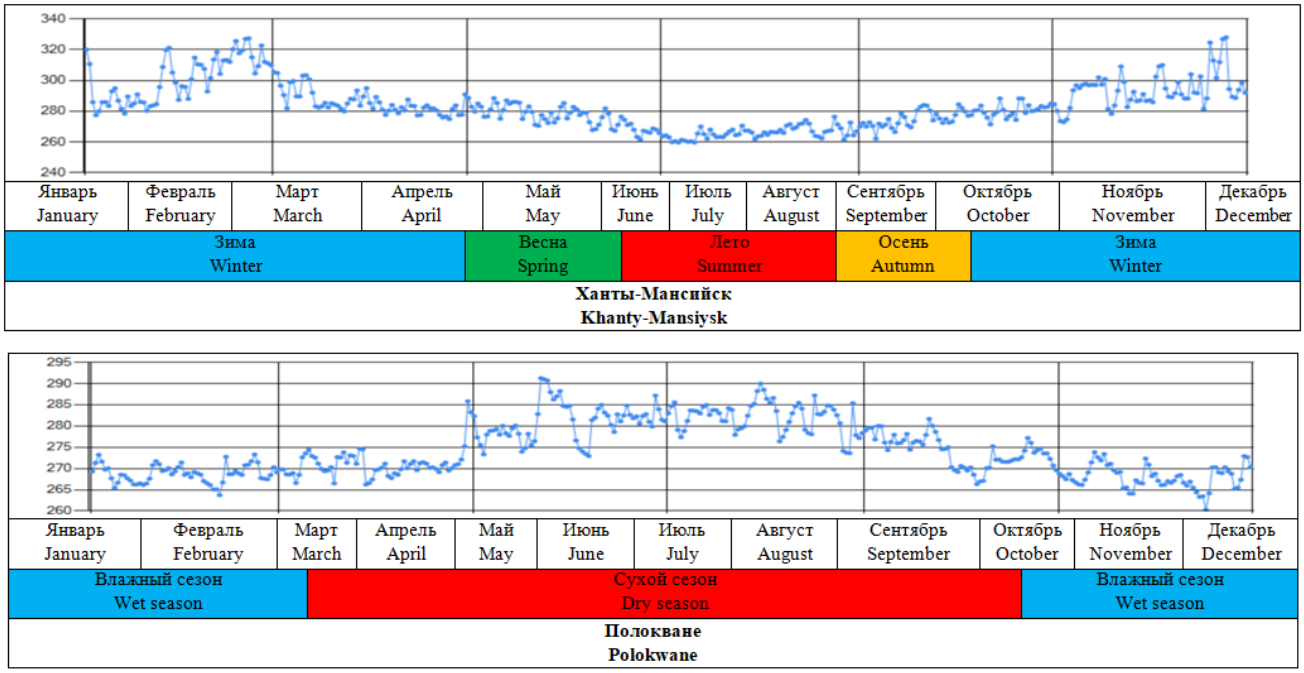

Рис. 1. Динамика парциальной плотности кислорода в Ханты-Мансийске и Полокване: ось абсцисс — величина парциальной плотности кислорода (г/м^3), ось ординат — месяцы и сезоны.

Fig. 1. Dynamics of the partial oxygen density in Khanty-Mansiysk and Polokwane: the abscissa axis is the value of the partial oxygen density (g/m^3), the ordinate axis is months and seasons.

Вариации атмосферного давления имеют постоянный высокоамплитудный (2,46 усл.ед.) ритм с периодом 101,1 сут (0,001) и кратковременные «вставочные» ритмы — 21,0 сут (0,001), 34,4 сут (0,001) и 50,9 сут (0,015), максимум мощности которых приходится на середину сухого сезона (май–август). Показатель влажности имеет постоянный ритм с периодом 83,1 сут (0,001) с максимальной мощностью в течение всего сухого сезона. Уровень взаимосвязи между ППК и погодными факторами в субтропическом климатическом поясе умеренно положительный: ППК/Т (r=0,627); ППК/Р (r=0,489); ППК/φ (r=0,351).

ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе хронобиологических особенностей колебаний ППК можно отметить, что в субарктическом регионе годовой ритм ППК модулируется вставочными внутригодовыми ритмами погодных факторов, вклад которых в результирующую величину ППК не одинаков в различные сезоны года. Наблюдается совпадение по временной оси вставочных ритмов ППК, температуры воздуха и влажности преимущественно в зимний период, летом величина ППК в большей мере зависит от короткопериодных

вставочных ритмов атмосферного давления. Внутригодовой размах величин показателя достаточно высок (c_v — 5,22%), для сравнения в Москве — 2,7% [15]. Анализ окологодовых вариаций ППК показывает, что в субарктическом регионе наблюдаются стабильные сезонные изменения с гипероксией в зимний период и гипертермической гипоксией в летний.

В субтропическом климатическом поясе наблюдается ригидный ритм ППК (c_v — 2,39%) с низким мезором, что свидетельствует о неблагоприятном кислородном типе погоды [12], причиной которого могут быть преимущественно постоянные низкоамплитудные ритмы погодных факторов. Повышение ППК (ритм с периодом 23,2 сут) в мае–июне сухого сезона обусловливается кратковременными колебаниями атмосферного давления. Субтропический регион характеризуется круглогодичной погодной гипоксией с незначительным приростом ППК во время сухого сезона.

На севере преобладают вставочные сезонные ритмы, на юге — низкоамплитудные постоянные окологодовые. За счёт этого и формируются ригидный субтропический и выраженный сезонный субарктический ритмы ППК.

Количественная оценка погодных условий с медицинской точки зрения включает три типа кислородной погоды: благоприятная с ППК около 285±5 г/м^3, условно неблагоприятная — с ППК 270–280 г/м^3, неблагоприятная — с ППК ниже 270 г/м^3 [19]. В медицинской классификации погоды по И.И. Григорьеву [12, 18] эти типы погоды классифицируются как требующие усиленного медицинского контроля (ППК 289–260 г/м^3) и строгого медицинского контроля (ППК менее 260 г/м^3), в отличие от весьма благоприятного типа (ППК более 315 г/м^3). На этом классификация заканчивается, нигде не рассматривается влияние повышенной ППК, то есть гипероксии, что отмечают и некоторые авторы [15].

Кислород необходим для жизни, но как любое лекарственное средство он обладает положительным биологическим и сопутствующими токсическими эффектами. Патофизиологические процессы гипероксии связаны с повышением уровня активных форм кислорода, которые могут легко вступать в реакцию с окружающими биологическими тканями, повреждая липиды, белки и нуклеиновые кислоты. Антиоксидантная защита может быть нарушена из-за гипероксии. Активные формы кислорода приводят к окислительному стрессу. Активированный эндотелий альвеолярных капилляров характеризуется повышенной адгезивностью, что приводит к накоплению клеточных популяций, таких как нейтрофилы, которые являются источником активных форм кислорода. Повышенный уровень активных форм кислорода вызывает гиперпроницаемость, коагулопатию и отложение коллагена, а также другие необратимые изменения, происходящие в альвеолярном пространстве [22].

Согласно теории А.И. Журавлева [23], первичное действие физических факторов связано с их влиянием на свободнорадикальные процессы. По способу генерировать свободные радикалы все факторы делились автором на 3 основные группы: 1) инициирующие свободные радикалы — ионизирующая радиация, ультрафиолетовые лучи, ультразвук, повышенное парциальное давление кислорода (оксигенотерапия); 2) ингибирующие свободнорадикальное окисление — пелоиды, сероводородные ванны, пониженное парциальное давление кислорода; 3) косвенно действующие на радикальные процессы — различные токи, видимое и инфракрасное излучение, микроволны и др. [24].

В анестезиологии и интенсивной терапии применение длительной искусственной вентиляции лёгких, наряду с увеличением использования гипербарической оксигенотерапии, сделало гипероксию серьёзной клинической проблемой. Даже сейчас, спустя почти 240 лет после открытия кислорода, остаются неясными безопасные с медицинской точки зрения верхние пределы и продолжительность вдыхаемой высокой фракции кислорода [25, 26].

В последнее время гипероксия применяется в виде интервальных гипоксически-гипероксических тренировок в спортивной [27] и клинической [28] медицине. Эффективность таких тренировок повышают чередованием коротких гипоксических экспозиций гипероксическими (2–3 мин газовая смесь с 30% O_2) импульсами [29].

Вместе с тем во многом не решена проблема «доза–эффект», считающаяся одной из важнейших в отношении свободнорадикальных процессов. Определение уровня активных форм кислорода, а также соотношения прооксидант/антиоксидант может быть использовано для объективной градации воздействия кислорода и других физических факторов [30].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В субарктическом регионе годовой ритм ППК модулируется вставочными внутригодовыми ритмами погодных факторов, вклад которых в результирующую величину ППК не одинаков в разные сезоны года. Наблюдается совпадение по временно́й оси вставочных ритмов ППК, температуры воздуха и влажности преимущественно в зимний период, летом величина ППК в большей мере зависит от короткопериодных вставочных ритмов атмосферного давления. Население Ханты-Мансийска подвергается воздействию изменённой газовой среды в течение всего года. Гипероксия в течение пяти месяцев: ноябрь, декабрь, январь, февраль, март. Нормоксия, весенний компонент: апрель, май, июнь; осенний компонент: сентябрь, октябрь. Гипертермическая гипоксия: июль, август.

Причинами обнаружения в субтропическом климатическом поясе ригидного ритма ППК (коэффициент вариации — 2,3%) с низким мезором могут быть преимущественно постоянные низкоамплитудные ритмы погодных факторов. У жителей провинции Лимпопо в сухой сезон (с мая по сентябрь включительно) ППК незначительно отличается от нормы, но в течение влажного сезона (с ноября

по май) наблюдается гипоксия, которая в соответствии с медицинской классификацией погоды определяется как требующая усиленного медицинского контроля.

С учётом наличия апериодических составляющих в динамике погодных факторов в математической обработке данных необходимо применение методов, которые оценивают изменения спектрального состава временно́го ряда со временем. Медицинские классификации погод рекомендуем дополнить такими пунктами как «гипероксический день» и «гипероксический» тип погоды.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. О.Н. Рагозин — существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, редактирование и окончательное утверждение рукописи; И.В Радыш — редактирование и окончательное утверждение рукописи; Л. Мутэло — анализ данных; Е.Ю. Шаламова — подготовка первого варианта статьи; А.Б. Гудков — редактирование первого варианта статьи; Э.Р. Рагозина — набор первичного материала; И.А. Погонышева — анализ данных. 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).

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (заключение № 214 от 15 октября 2024 г.).

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима, новые данные не собирали и не создавали.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. O.N. Ragozin — a significant contribution to the concept and design of the study, editing and final approval of the manuscript; I.V. Radysh — editing and final approval of the manuscript; L. Muthelo — data analysis; E.Yu. Shalamova — preparation of the first version of the article; A.B. Gudkov — editing the first version of the article; E.R. Ragozina — a set of primary material; I.A. Pogonysheva — data analysis. 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).

Ethical expertise. The study was approved by the local ethics committee Khanty-Mansiysk State Medical Academy (conclusion No. 214 dated October 15, 2024).

Funding sources. No funding.

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. In creating this work, the authors did not use previously published information (text, illustrations, data).

Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work, and no new data was collected or created.

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

Provenance and peer-review. This paper was submitted to the journal on an unsolicited basis and reviewed according to the usual procedure. Two external reviewers, a member of the editorial board, and the scientific editor of the publication participated in the review.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Bobrovnitskiy IP, Yakovlev MYu, Fesyun OA, Evseev SM. Main aspects of the influence of meteorological and heliogeophysical factors on the human body. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;(2): 40–46. EDN: OKPRST
2. Prilipko NS, Bobrovnitskiy IP. Improvement of the regulatory and legal framework in the system of organization and provision of medical care for patients with environmentally caused diseases. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2022;(1):1–30.EDN: SUFXPL
3. Nagornev SN, Frolkov VK, Khudov VV. The influence of extreme climatogeographical factors of the arctic zone of the russian federation on the functional state of indigenous and newly-arrived population. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2022;(2):53–69. EDN: LEUALA
4. Vasil'ev DYu, Babkov OK, Kochetkova ES, Semenov VA. Wavelet and cross-wavelet analysis of the sums of atmospheric precipitation and surface air temperature in European Russia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*. 2017;(6):63–77. doi: 10.7868/S0373244417060068 EDN: ZVFRHJ
5. Aghajanyan NA, Radysh IV. *Biorhythms, habitat, health*. Moscow: RUDN; 2013. 362 p. (In Russ.)
6. Gudkov AB, Mosyagin IG, Ivanov VD. Characteristics of the phase structure of the cardiac cycle in recruits of the Navy training center in the North.*Military Medical Journal*. 2014;335(2):58–59. (In Russ.) EDN: SXFGJN
7. Chashchin VP, Gudkov AB, Chashchin MV, Popova ON. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2017;24(5):3–13. doi: 10.33396/1728-0869-2017-5-3-13 EDN: YNGENT
8. Gudkov AB, Popova ON. *External human respiration in the European North*. Arkhangelsk: Publishing house of the Northern State Medical University; 2012. 251 p. (In Russ.) EDN: QKUPDZ
9. Kuzmenko NV, Galagudza MM, Fedorenko AA, et al. Seasonal dynamics of cardiovascular events in the Russian Federation. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(6):20–30. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5773 EDN: KYZRXI
10. Ginzburg AS, Vinogradova AA, Fedorova EI, et al. Oxygen in the atmosphere of large cities and people breath problems. *Geophysical Processes and Biosphere*. 2014;13(2):5–19. EDN: SCKXXN
11. Zamolodchikov DG. The lack of oxygen: myth or reality? *Use and Protection of Natural Resources of Russia*. 2005;(3):122–132. EDN: REXOLP
12. Grigoriev II, Paramonov IG, Ten MM. *A brief guide to making medical forecasts*. Moscow: Hydrometeoizdat; 1974. 14 p. (In Russ.)
13. Petrov VN. Features of influence of oxygen' partial density gradient in the air on the health status of populations living in the arctic zone of the russian federation. *Herald of the Kola Science Centre of RAS*. 2015;(3):82–92. EDN: VBAYNZ
14. Aghajanyan NA, Chizhov AYa. *Hypoxic, hypocapnic, hypercapnic conditions*. Moscow: Medicine; 2003. 212 p. (In Russ.) EDN: QLEQMZ

15. Ginzburg AS, Vinogradova AA, Lezina EA, Pomelova MA. Changes in oxygen content in urban air under the influence of natural and anthropogenic factors. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2023;59(4):437–449. doi: 10.31857/S0002351523040065EDN: YNGQLA

16. Ragozin ON, Bochkarev MV, Kosarev AN, et al. *Program for the study of biological rhythms by the method of wavelet analysis*. Certificate of state registration of a computer program No 2014611398 / 03.02.2014. (In Russ.)

17. Malla S. *Wavelets in signal processing*. Moscow: Mir; 2005. 672 p. (In Russ.)

18. Ovcharova VF, Butyeva IV, Shveinova TG, Alyoshina TP. Specialized weather forecast for medical purposes and prevention of meteopathic reactions. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 1974;(2):109–19. (In Russ.)

19. Nikberg II, Revutsky EL, Sakali LI. *Human heliometeotropic reactions*. Kiev: I'm healthy; 1986. 144 p. (In Russ.)

20. Ragozin ON, Tatarinzev PB, Pogonysheva IA, et al. Corrections for geographical differences in photoperiod in time-series analysis. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(2):139–149. doi: 10.17816/humeco117532 EDN: VVYOJA

21. Novikov IYa, Stechkin SB. Fundamentals of the theory of bursts. *Russian Mathematical Surveys*. 1998;53(6):1159–1231. doi: 10.1070/rm1998v053n06ABEH000089 EDN: EJDBAP

22. Mach WJ, Thimmesch AR, Pierce JT, Pierce JD. Consequences of hyperoxia and the toxicity of oxygen in the lung. *Nurs Res Pract*. 2011;2011:260482. doi:10.1155/2011/260482

23. Zhuravlev AI, Zubkova SM. *Antioxidants. Free radical pathology, aging*. Moscow: Belye Alvy; 2014. 304 p. (In Russ.)

24. Zhuravlev AI. *Quantum biophysics of animals and humans*. Moscow: BINOM; 2011. 398 p. (In Russ.) EDN: QKTOKZ

25. Dolgikh VT, Govorova NV, OrlovYuP, et al. Pathophysiological aspects of hyperoxia in anesthesiologist-reanimatologist's practice. *General Reanimatology*. 2017;13(3):83–93. doi: 10.15360/1813-9779-2017-3-83-93 EDN: YYVPHX

26. Orlov YuP, Govorova NV, Lukach VN, et al. Hyperoxia in the ICU and what has changed in 100 years in the tactics of using oxygen in medicine: a review. *Annals of Critical Care*. 2022;(2):80–94. doi: 10.21320/1818-474X-2022-2-80-94 EDN: CRDEJI

27. Glazachev OS, Smolensky AV, Dudnik YeN, et al. Periodic hypoxic-hyperoxic training in the rehabilitation of sportsmen with the chronic hyper-training syndrome (a pilot study).*Exercise therapy and Sports Medicine*. 2010;(2):19–25. EDN: MUIWDJ

28. Feofanova TB. The method of interval hypoxic-hyperoxic training as a rehabilitation option for patients after Covid-19. In: *Integration of science and society in modern socio-economic conditions*. Moscow; 2021. P. 27–29. (In Russ.) EDN: SLCEFF

29. Arkhipenko YuV, Sazontova TG. The effect of adaptation to different oxygen levels on physical endurance, free radical oxidation and urgent response proteins. The Russian Conference "Hypoxia: mechanisms, adaptation, correction". *Pathogenesis*. 2008;(3):44–45. (In Russ.)

30. Ulashchik VS. Active oxygen species, antioxidants, and the action of therapeutic physical factors. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2013;90(1):60–69. EDN: PYASAR

ОБ АВТОРАХ

*** Погонышева Ирина Александровна,** канд. биол. наук, доцент;
адрес: Россия, 628611, Нижневартовск, ул. Дзержинского, д. 11, каб. 301;
ORCID: 0000-0002-5759-0270;
eLibrary SPIN: 6095-8392;
e-mail: severina.i@bk.ru

Рагозин Олег Николаевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-5318-9623;
eLibrary SPIN: 7132-3844;
e-mail: oragozin@mail.ru

Радыш Иван Васильевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-0939-6411;
eLibrary SPIN: 4780-5985;
e-mail: iradysh@mail.ru

Мутэло Ливувани, PhD;
Researcher ID: AHC-1001-2022
e-mail: livhuwani.muthelo@ul.ac.za

Шаламова Елена Юрьевна, д-р биол. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-5201-4496;
eLibrary SPIN: 8125-9359;
e-mail: selenzik@mail.ru

Гудков Андрей Борисович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-5923-0941;
eLibrary SPIN: 4369-3372;
e-mail: gudkovab@nsmu.ru

Рагозина Элина Разифовна, аспирант;
ORCID: 0000-0003-0199-2948;
e-mail: elinka1000@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Irina A. Pogonysheva,** Cand. Sci. (Biology), Associate Professor;
address: 11 Dzerzhinsky st, ofc 301, Nizhnevartovsk, Russia, 628611;
ORCID: 0000-0002-5759-0270;
eLibrary SPIN: 6095-8392;
e-mail: severina.i@bk.ru

Oleg N. Ragozin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-5318-9623;
eLibrary SPIN: 7132-3844;
e-mail: oragozin@mail.ru

Ivan V. Radysh, MD, Dr.Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-0939-6411;
eLibrary SPIN: 4780-5985;
e-mail: iradysh@mail.ru

Livhuwani Muthelo, PhD;
Researcher ID: AHC-1001-2022
e-mail: livhuwani.muthelo@ul.ac.za

Elena Yu. Shalamova, Dr. Sci. (Biology), Associate Professor;
ORCID: 0000-0001-5201-4496;
eLibrary SPIN: 8125-9359;
e-mail: selenzik@mail.ru

Andrei B. Gudkov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-5923-0941;
eLibrary SPIN: 4369-3372;
e-mail: gudkovab@nsmu.ru

Elina R. Ragozina, Postgraduate Student;
ORCID: 0000-0003-0199-2948;
e-mail: elinka1000@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author