

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

# ЭКОЛОГИЯ



## ЧЕЛОВЕКА

**EKOLOGIYA CHELOVEKA  
(HUMAN ECOLOGY)**

Volume 31, Issue 3, 2024

# 3

Том 31

2024



**УЧРЕДИТЕЛИ:**

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

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

**ИЗДАТЕЛЬ:**

ООО «Эко-Вектор»

**Адрес:** 191181, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н

**E-mail:** info@eco-vector.com

**WEB:** https://eco-vector.com

**РЕДАКЦИЯ:**

**Адрес:** 163069, г. Архангельск,

пр. Троицкий, д. 51.

**Тел. +7 (818) 220 6563;**

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

**ИНДЕКСАЦИЯ:**

– SCOPUS

– Белый список научных журналов

– Google Scholar

– Ulrich's Periodicals directory

– ядро РИНЦ

– Russian Science Citation Index

– Norwegian National Center for Research Data

– реферативный журнал и база данных

ВИНИТИ

– Global Health

– CAB Abstracts

– ProQuest

– InfoBase Index

– КиберЛенинка

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

Литературный редактор: И.Г. Шевченко

Корректор: И.Г. Шевченко

Верстка: О.В. Устинкова

Сдано в набор 01.09.2024.

Подписано в печать 04.12.2024.

Выход в свет 20.12.2024.

Формат 60 × 88%. Печать офсетная.

Заказ . Цена свободная.

Усл. печ. л. 9,3. Тираж 300 экз.

Отпечатано в ООО «Типография Экспресс В2В»

191180, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки,

д. 104, лит. А, пом. 3Н, оф. 1.

Тел.: +7 (812) 646 33 77

**ПОДПИСКА:**

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

**OPEN ACCESS:**

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

**ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ:**

Тел.: +7 (968) 545 78 20

**E-mail:** adv2@eco-vector.com

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

16+

Экология человека. 2024. Т. 31, № 3.

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

# ЭКОЛОГИЯ

## Ч Е Л О В Е К А

Ежемесячный научный рецензируемый журнал

Том 31 • № 3 • 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 и обзоры.

### EDITORIAL BOARD

#### Главный редактор

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

Северный государственный медицинский университет

(Архангельск, Россия)

ORCID iD: 0000-0001-8936-7324

#### Заместители главного редактора

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

ORCID iD: 0000-0001-5923-0941

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

ORCID iD: 0000-0002-0270-8622

#### Научный редактор

**Сидоров Павел Иванович**, д-р мед. наук, профессор (Архангельск, Россия)

ORCID iD: 0000-0003-4811-2805

#### Международный редактор

**Odland Jon Øyvind**, профессор (Норвегия)

ORCID iD: 0000-0002-2756-0732

#### Ответственный секретарь

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

ORCID iD: 0000-0003-4982-4169



ЭКО • ВЕКТОР

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

**Горбатова Любовь Николаевна**, д.м.н.,  
профессор (Архангельск, Россия)  
ORCID iD: 0000-0002-6363-9595

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**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](mailto:info@eco-vector.com)WEB: <https://eco-vector.com>**EDITORIAL OFFICE:**Address: 51 Troitsky Ave., Arkhangelsk 163069,  
RussiaE-mail: [he-office@eco-vector.com](mailto:he-office@eco-vector.com)

Phone: +7 (818) 2206563

**PUBLICATION ETHICS**

Journal's ethic policies are based on:

- ICMJE
- COPE
- ORE
- CSE
- EASE

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

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

**TYPESET:**

completed in Eco-Vector

Copyeditor: I.G. Shevchenko

Proofreader: I.G. Shevchenko

Layout editor: O.V. Ustinkova

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

Phone: +7 (968) 545 78 20

E-mail: [adv2@eco-vector.com](mailto:adv2@eco-vector.com)

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

# EKOLOGIYA

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

Monthly peer-reviewed journal

Volume 31 • Issue 3 • 2024

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

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

The journal publishes original articles and reviews.

### EDITORIAL BOARD

#### Editor-in-Chief

**Tatiana N. Unguryanu**, MD, Dr. Sci. (Med), Professor associate  
North State Medical University (Arkhangelsk, Russia)  
ORCID iD: 0000-0001-8936-7324

#### Deputy Editor-in-Chief

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

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

#### Science Editor

**Pavel I. Sidorov**, MD, Dr. Sci. (Med), Professor (Arkhangelsk, Russia)  
ORCID iD: 0000-0003-4811-2805

#### International editor

**Jon Øyvind Odland**, Professor (Norway)  
ORCID iD: 0000-0002-2756-0732

#### Executive editor

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

## EDITORIAL COUNCIL

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

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

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

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

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

**Lyubov N. Gorbatova**, MD, Dr. Sci. (Med),  
Professor (Arkhangelsk, Russia)  
ORCID iD: 0000-0002-6363-9595

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

---

## Обзоры

*Е.Д. Кубасова, И.А. Крылов, Р.В. Кубасов, А.Е. Суханов, Д.В. Незговоров, А.П. Коробицын, В.С. Грошилин, А.В. Сафроненко, Т.Г. Дергоусова, С.М. Грошилин, С.Н. Линченко*

Перспективы использования растительного сырья клевера лугового (*Trifolium pratense L.*) в фармацевтической практике ..... 179

## Оригинальные исследования

*В.И. Евдокимов, К.А. Чернов, Н.С. Шуленин*

Анализ террористической активности в мире в 1970–2020 гг. .... 191

*А.В. Дерюгина, Д.А. Данилова, Ю.А. Старателева, М.Н. Таламанова*

Особенности микроциркуляции крови в различных возрастных группах населения в зависимости от состояния урбозоосистем ..... 200

*В.Н. Долич, Н.Е. Комлева, М.В. Поздняков, С.И. Мазилев, И.В. Заикина, И.Н. Луцевич*

Фактическая распространённость ожирения и его связь с медико-социальными факторами среди работающего населения Саратовской области ..... 210

*А.Б. Мулик, Ю.А. Шатыр, И.В. Улесикова, А.Г. Соловьёв, А.Н. Долецкий, А.И. Перепелкин, Н.О. Назаров*

Миграционный риск развития психосоматических нарушений у социально благополучных молодых людей при повышенной нервно-психической и интеллектуальной нагрузке ..... 221

*Н.А. Бебякова, Н.И. Печинкина, С.Н. Левицкий, И.А. Шабалина, А.В. Кудрявцев*

Полиморфизм генов, вовлечённых в регуляцию артериального давления, у пожилых жителей Архангельской области. .... 233

## Ошибки

*А.А. Дударев, А.В. Дождиков*

Ошибки в статье «Оценка влияния условий проживания, как совокупности социальных факторов среды обитания, на показатели смертности сельского и городского населения Ненецкого АО в 2000–2019 гг.» (doi: 10.17816/humeco630439) ..... 247

# CONTENTS

---

## Reviews

- E.D. Kubasova, I.A. Krylov, R.V. Kubasov, A.E. Sukhanov, D.V. Nezgovorov, A.P. Korobitsyn, V.S. Groshilin, A.V. Safronenko, T.G. Dergousova, S.M. Groshilin, S.N. Linchenko*  
Pharmaceutical potential of red clover (*Trifolium pratense* L.) ..... 179

## Original Study Articles

- V.I. Evdokimov, K.A. Chernov, N.S. Shulenin*  
Analysis of terrorist activity in the world in 1970–2020 ..... 191
- A.V. Deryugina, D.D. Danilova, Yu.A. Starateleva, M.N. Talamanova*  
Features of blood microcirculation across different age groups in relation to urban ecosystem conditions ..... 200
- V.N. Dolich, N.E. Komleva, M.V. Pozdnyakov, S.I. Mazilov, I.V. Zaikina, I.N. Lutceovich*  
Actual prevalence of obesity and its correlation with medical and social factors among the employed population in the Saratov region ..... 210
- A.B. Mulik, Yu.A. Shatyr, I.V. Ulesikova, A.G. Soloviev, A.N. Doletsky, A.I. Perepelkin, N.O. Nazarov*  
Migration-related risk of psychosomatic disorders in socially healthy young adults who experience significant emotional and mental loads ..... 221
- N.A. Bebyakova, N.I. Pechinkina, S.N. Levitsky, I.A. Shabalina, A.V. Kudryavtsev*  
Polymorphism of genes involved in the regulation of blood pressure in elderly residents of the Arkhangelsk region ..... 233

## Erratum

- A.A. Dudarev, A.V. Dozhdikov*  
Erratum in “Evaluation of the impact of living conditions, as a set of social factors of the habitat, on mortality rates of the rural and urban population of the Nenets autonomous okrug in 2000–2019” ..... 247

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634190>

# Перспективы использования растительного сырья клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в фармацевтической практике

Е.Д. Кубасова<sup>1</sup>, И.А. Крылов<sup>1</sup>, Р.В. Кубасов<sup>1</sup>, А.Е. Суханов<sup>1</sup>, Д.В. Незговоров<sup>1</sup>, А.П. Коробицын<sup>1</sup>, В.С. Groшилин<sup>2</sup>, А.В. Сафроненко<sup>2</sup>, Т.Г. Дергоусова<sup>2</sup>, С.М. Groшилин<sup>2</sup>, С.Н. Линченко<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия;

<sup>2</sup> Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия;

<sup>3</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Перспективными направлениями в фармацевтической практике становятся создание и регистрация оригинальных лекарственных средств на основе растительного сырья. Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) с давних времён использовался в народной медицине благодаря содержанию большого количества биологически активных веществ, обладающих лечебными свойствами. Он произрастает на больших площадях, экстракты просты в процедуре извлечения из растительного сырья и имеют определённую экономическую привлекательность. В этой связи соединения, извлечённые из клевера лугового, можно рассматривать в качестве потенциальных предшественников для разработки новых перспективных фармацевтических препаратов.

**Цель.** Оценить перспективы использования в фармацевтической практике биологически активных веществ, извлечённых из растительного сырья клевера лугового.

**Материал и методы.** Проанализированы научные публикации из базы данных биомедицинских исследований PubMed, использована методика систематического обзора. Глубина поиска — 50 лет. Первоначально по ключевым словам определены 1194 статьи, из которых выделена 41 публикация, максимально приближенная к тематике исследования.

**Результаты.** Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) — широко распространённое многолетнее травянистое растение, относится к фармакопейной группе. Полученные из растительного сырья извлечения обладают широким спектром биологической активности. Наибольшую долю среди них составляют изофлавоны, флавоноиды, сапонины, кловамиды и фенольные кислоты. Изофлавоны обладают фитоэстрогенным эффектом, в этой связи они с успехом используются в лечении заболеваний репродуктивной системы. Кроме того, доказаны их противовоспалительные и репаративные свойства; они могут использоваться для профилактики и восстановления метаболических расстройств. Флавоноиды, сапонины, кловамиды и фенольные кислоты обладают антиоксидантным и антиагрегантным эффектами.

**Заключение.** Среди извлекаемых из клевера лугового биологически активных веществ наибольшее применение в фармакологической практике найдено для изофлавонов. В то же время существует ряд других потенциально эффективных соединений с известными лечебными свойствами. Требуется их дальнейшее изучение с целью создания новых оригинальных лекарственных средств.

**Ключевые слова:** клевер луговой; биологически активные вещества; фармацевтическое производство.

## Как цитировать:

Кубасова Е.Д., Крылов И.А., Кубасов Р.В., Суханов А.Е., Незговоров Д.В., Коробицын А.П., Groшилин В.С., Сафроненко А.В., Дергоусова Т.Г., Groшилин С.М., Линченко С.Н. Перспективы использования растительного сырья клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в фармацевтической практике // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 179–190. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634190>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634190>

## Pharmaceutical potential of red clover (*Trifolium pratense* L.)

Elena D. Kubasova<sup>1</sup>, Iliya A. Krylov<sup>1</sup>, Roman V. Kubasov<sup>1</sup>, Anton E. Sukhanov<sup>1</sup>,  
Dmitry V. Nezgovorov<sup>1</sup>, Alexey P. Korobitsyn<sup>1</sup>, Vitaly S. Groshilin<sup>2</sup>, Andrey V. Safronenko<sup>2</sup>,  
Tatyana G. Dergousova<sup>2</sup>, Sergey M. Groshilin<sup>2</sup>, Sergey N. Linchenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

<sup>2</sup> Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia;

<sup>3</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** The development and approval of plant-derived branded drugs have emerged as promising areas in the pharmaceutical industry. Red clover (*Trifolium pratense* L.) has historically been used in folk medicine as a source of biologically active substances with medicinal properties. Red clover is a widely abundant and easily extractable plant, offering a high cost-efficiency. Therefore, red clover extracts may reasonably be proposed as a potential source for the development of new promising pharmaceuticals.

**AIM:** To evaluate the pharmaceutical potential of biologically active extracts of red clover.

**MATERIAL AND METHODS:** The study involved a systematic review of scientific literature sourced from the PubMed biomedical database. A review of the literature was conducted over a 50-year period. The preliminary keyword-based search yielded 1,194 articles. Of these, 41 publications were selected for further analysis, as they were deemed to be the most relevant to the subject matter of the study.

**RESULTS:** Red clover (*Trifolium pratense* L.) is a widespread, perennial officinal herb. Herbal extracts have been demonstrated to have a wide range of biological activities. The majority of these compounds are isoflavones, flavonoids, saponins, clovamides, and phenolic acids. Isoflavones are phytoestrogens that have demonstrated efficacy in the treatment of female reproductive system diseases. Moreover, scientific studies have evidenced their anti-inflammatory and reparative potential, along with efficacy in the prevention and treatment of metabolic disorders. Flavonoids, saponins, clovamides, and phenolic acids have been documented to produce antioxidant and antiplatelet effects.

**CONCLUSION:** Among biologically active extracts of red clover, isoflavones have been identified as the most promising for pharmacological applications. Furthermore, there are other compounds with a well-documented therapeutic potential that require further investigation to develop novel branded drugs.

**Keywords:** red clover; biologically active substances; drug manufacturing.

### To cite this article:

Kubasova ED, Krylov IA, Kubasov RV, Sukhanov AE, Nezgovorov DV, Korobitsyn AP, Groshilin VS, Safronenko AV, Dergousova TG, Groshilin SM, Linchenko SN. Pharmaceutical potential of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):179–190.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634190>

Received: 10.12.2023

Accepted: 20.09.2024

Published online: 27.09.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634190>

## 草木资源红三叶草 (*Trifolium pratense* L.) 在药学实践中的应用前景

Elena D. Kubasova<sup>1</sup>, Iliya A. Krylov<sup>1</sup>, Roman V. Kubasov<sup>1</sup>, Anton E. Sukhanov<sup>1</sup>,  
Dmitry V. Nezgovorov<sup>1</sup>, Alexey P. Korobitsyn<sup>1</sup>, Vitaly S. Groshilin<sup>2</sup>,  
Andrey V. Safronenko<sup>2</sup>, Tatyana G. Dergousova<sup>2</sup>, Sergey M. Groshilin<sup>2</sup>, Sergey N. Linchenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

<sup>2</sup> Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia;

<sup>3</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

### 摘要

**背景。**在药学实践中，基于植物资源开发和注册原创药物成为前景广阔的发展方向。红三叶草 (*Trifolium pratense* L.) 自古以来因其含有大量具有治疗作用的生物活性物质而被广泛应用于民间医学。该植物分布广泛，提取过程简便，具有一定的经济吸引力。因此，从红三叶草中提取的化合物可作为开发新型药物的潜在前体。

**研究目的。**评估从红三叶草植物资源中提取的生物活性物质在药学实践中的应用前景。

**材料和方法。**分析了来自 PubMed 生物医学研究数据库的科学文献，采用系统综述方法，搜索范围为过去 50 年。根据关键词初步筛选出 1194 篇文章，其中 41 篇与研究主题高度相关的文献被选中。

**结果。**红三叶草 (*Trifolium pratense* L.) 是一种广泛分布的多年生草本植物，属于药典类植物。其植物资源提取物具有广泛的生物活性，主要成分包括异黄酮、黄酮类化合物、皂苷、三叶草酰胺和酚酸。异黄酮具有植物雌激素效应，因而在治疗生殖系统疾病中被广泛应用。此外，其抗炎和修复特性已被证实，可用于预防和恢复代谢紊乱。黄酮类、皂苷、三叶草酰胺和酚酸具有抗氧化和抗聚集作用。

**结论。**在红三叶草中提取的生物活性物质中，异黄酮在药学实践中的应用最为广泛。同时，红三叶草中还含有许多具有已知治疗功效的潜在活性化合物，需进一步研究以开发新型原创药物。

**关键词：**红三叶草；生物活性物质；药物生产。

### 引用本文：

Kubasova ED, Krylov IA, Kubasov RV, Sukhanov AE, Nezgovorov DV, Korobitsyn AP, Groshilin VS, Safronenko AV, Dergousova TG, Groshilin SM, Linchenko SN. 草木资源红三叶草 (*Trifolium pratense* L.) 在药学实践中的应用前景. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):179–190.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634190>

收到: 10.12.2023

接受: 20.09.2024

发布日期: 27.09.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Применение лекарственных растений сопровождало историю развития человечества с самого начала. Длительное время лекарственные травы использовали в чистом виде. Со временем разрабатывали способы обнаружения и выделения биологически активных соединений, которые позволили более эффективно применять лекарственные растения для лечения различных заболеваний [1, 2].

В настоящее время извлечение активных веществ, обладающих терапевтическими свойствами, из сырья лекарственных растений и последующее производство лекарственных препаратов является перспективным направлением в фармации и фармакологии. В ряде случаев эта технология может являться даже более предпочтительной по сравнению с производством полусинтетических и синтетических лекарственных средств. Это связано с появлением и дальнейшим усилением резистентности многих заболеваний к имеющемуся лекарственному арсеналу. Кроме того, производство лекарственных препаратов из натурального сырья в некоторых случаях имеет экономическую выгоду [3, 4].

Согласно прогнозам международных экспертов, потребность в натуральных лекарственных средствах постоянно увеличивается. На сегодняшний день в мире насчитывается около 21 тыс. видов лекарственных растений, из которых не менее половины активно изучается на предмет фармакологических свойств с перспективой дальнейшего использования в фармацевтической промышленности [5, 6]. К числу этих растений относится клевер луговой.

**Цель исследования.** Систематический обзор перспектив использования в фармацевтической практике биологически активных веществ, извлечённых из растительного сырья клевера лугового.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведён систематический обзорный анализ литературы по ScR-методологии (scoping review). Для описания стратегии поиска использовали рекомендации для систематических обзоров и метаанализов Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Использовали базы данных PubMed и eLibrary; поиск производили по ключевым словам «meadow clover», «*Trifolium Pratense L.*» («клевер луговой»), «biologically active substances» («биологически активные вещества»), «pharmaceutical production» («фармацевтическое производство»).

Критерии включения в обзор: соответствие дизайну научных исследований (экспериментальные, фундаментальные), проведённых *in vivo* или *in vitro*; нарративные, систематические обзоры и подробные аннотации статей с наличием результатов исследования. В обзор не включали публикации, не индексируемые в профильных

реферативных базах данных. Отсутствие описанных результатов в свободном доступе являлось критерием исключения публикации из анализа на этапе скрининга, поскольку это не позволяло дать корректную интерпретацию данных, что можно отнести к одному из ограничений нашего обзора. Во всех найденных исследованиях изучили библиографию с целью выявления дополнительных, не обнаруженных ранее публикаций. Глубина поиска составила 50 лет. Дата последнего поискового запроса — июнь 2024 г. Всего идентифицировано 1194 статьи, отвечающих поисковому запросу. После скрининга в соответствии с критериями включения и исключения для анализа отбрали 41 публикацию.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Клевера, растения рода *Trifolium*, издавна использовались в традиционной медицине. Некоторые виды клеверов употреблялись в качестве отхаркивающих, антисептических средств. Имеются упоминания о применении этого растения для анальгезии при лечении ревматических болей [7]. В последние годы наблюдается огромный интерес к клеверам как к ценному источнику биоактивных соединений, используемых для разработки нутрицевтиков, диетических добавок и растительных лекарственных средств. Наиболее известный из видов *Trifolium* — красный клевер. Он применяется в народной медицине при заболеваниях нервной и репродуктивной систем, заболеваниях лёгких, таких как пневмония и туберкулёз. Цветки растения используются наружно как ранозаживляющее средство [8].

Клевер луговой, или красный клевер (*Trifolium pratense L.*) — многолетнее травянистое растение рода *Trifolium* семейства бобовых (*Fabaceae*). Он относится к группе фармакопейных растений, содержит широкий спектр биологически активных веществ. Несмотря на это, биологическая активность его фитокомпонентов изучена недостаточно.

Клевер луговой содержит комплекс таких биологически активных компонентов, как изофлавоны, флавоноиды, сапонины, кловамиды, фенольные кислоты, цианогенные глюкозиды (лотауралин) и глюкозид малонаты [9]. Основную долю среди изофлавонов, содержащихся в растении, составляют биоханин А и формонетин [10]. Кроме того, клевер красный содержит гликозиды генинов. Эти соединения, гидролизуясь, метаболизируются в организме до дайдзеина и генистеина. К настоящему времени установлена химическая структура этих соединений [11].

В листьях клевера лугового преимущественно обнаруживаются соединения изофлавонов: дайдзеин, генистеин, пратенсин, прунетин, псевдобапигенин, каликозин, метилоробол, афрормозин, тексазин, ирилин В и ирилон. Помимо них, в больших количествах присутствуют флавоноиды: кверцетин, кемпферол, лютеолин, апигенин. Одновременно указанный вид клевера содержит фенольные

кислоты: кофейную, розмариновую и хлорогеновую [11]. Имеются сведения, что многие виды *Trifolium*, в том числе и клевер луговой, являются альтернативным источником питательных веществ с достаточным уровнем липидов (до 8,6%), белков (до 45,4%) и углеводов (до 47,0%). В то же время в клевере луговом выявлены высокое содержание биоэлементов (кальция, железа и селена) и низкий уровень токсичных металлов — мышьяка, кадмия и свинца [12]. В настоях и отварах, помимо биоханина А и формонетина, обнаружены изофлавоновые глюкозиды — олонин и сиссотрин [13].

Благодаря наличию комплекса биоактивных компонентов в растительном сырье клевера лугового растение может быть использовано в качестве нативной субстанции при получении биологически активной добавки в дополнение к терапии лекарственными средствами.

Содержание фитостероидных веществ изофлавонов в клевере позволяет рассматривать его сырье как перспективное для разработки препаратов с возможностью применения в дополнительных или альтернативных методах заместительной гормональной терапии при гинекологических расстройствах (в период менопаузы, предменструального синдрома, при синдроме поликистозных яичников), а также при нарушении репродуктивной функции у мужчин.

Эстрогенный эффект клевера лугового связан с наличием в растительном сырье изофлавонов (дайдзеина, дигидроформонетина, дигидрогенистеина и дигидродайдзеина), которые образуют прочную связь с рецепторами эстрогена. Фитостероиды имеют похожую структуру эндогенного  $17\beta$ -эстрогена и связываются с теми же эстрогеновыми рецепторами — ER $\alpha$  и ER $\beta$ . Именно поэтому растение с успехом используется при симптомах в постменопаузальном периоде (приливы), сердечно-сосудистых заболеваний, рака груди и остеопороза [14]. Доказана эффективность воздействия веществ, содержащихся в красном клевере, на эстрогенный статус при приеме препарата в течение 90 дней в суточной дозе 80 мг. При приеме в меньшей дневной дозе (40 мг) значимых эффектов не наблюдали. Таким образом, принимаемая доза должна соответствовать объёму не менее 80 мг/день. Наибольший эффект был достигнут при лечении приливов у женщин в период менопаузы [15]. Следует отметить, что лучший результат при применении препаратов из клевера лугового в уменьшении менопаузальных приливов получен при приеме в течение 3–4 мес. При этом полученные результаты могут сохраняться более полугодом [16].

Имеются сведения, что биологически активные вещества, полученные из красного клевера, обладают антиоксидантными, противоопухолевыми свойствами, противовоспалительной активностью, снижают высокий уровень холестерина [9]. Соответственно, они могут применяться в качестве антидиабетического средства и средства против старения [17]. Растительные компоненты, извлечённые из клевера, в фармацевтической промышленности могут быть представлены в различных формах. Показано,

что водно-спиртовые экстракты клевера лугового обладают ранозаживляющей активностью. Это может быть связано с комбинированным эффектом изофлавонов (генистеина, формонетина, дайдзеина и биоханина А), присутствующих в экстракте растения [18]. В исследовании иранских учёных рассмотрено ранозаживляющее действие мягкой лекарственной формы — мази, содержащей водно-этанольный экстракт клевера лугового. В эксперименте на крысах Wistar на раны, полученные при иссечении кожи на всю толщину, наносили мази с содержанием экстрактов клевера лугового 1,5, 3,0 и 6,0%. Во всех экспериментальных группах, в сравнении с контрольной, наблюдали увеличение выработки коллагена, толщины эпидермиса, распределения фибробластов и коэффициента сокращения раны. Ускоренное заживление ран происходит за счёт повышения экспрессии регулятора апоптоза Bcl-2, снижения уровней маркеров p53 и Bax, способствуя образованию новых кровеносных сосудов и переходу к пролиферативной фазе заживления [19]. Экстракты клевера могут рассматриваться при разработке лекарственных форм для наружного применения при лечении дермальных патологий (угрей, экземы, псориаза и сыпи). Их эффективность обусловлена высоким содержанием антиоксидантных соединений, которые отвечают за устойчивость кожи, а также за замедление процесса старения путём поддержания уровня эстрогена [20].

Противоопухолевые эффекты фитостероидных соединений изофлавонов клевера лугового представляют интерес в разработке растительных препаратов для профилактики и в качестве дополнения к лечению онкологических заболеваний [21–23].

В исследовании *in vitro* экстракт клевера в дозировке 250 мкг, помещённый на хорион-аллантаисную мембрану оплодотворенных куриных яиц, показал значимое ингибирование ангиогенеза. Такое действие может быть оправданным при лечении злокачественных новообразований и для замедления процессов метастазирования вдоль стенок кровеносных сосудов с возможностью их переноса с током крови по всему организму. При этом наблюдали подавление экспрессии генов и уровней мРНК белков, таких как IL-8, матриксная металлопротеиназа 13, ингибин В А, фоллистатин и фибронектин. Полагают, что генистеин клевера повышает выработку эндогенных ингибиторов ангиогенеза (плазминогена-1, эндостатина, ангиостатина и тромбоспондина-1). Антиангиогенная активность метилированных изофлавонов дайдзеина и генистеина несколько выше, чем у метилированных соединений формонетина и биоханина А. Такие результаты показывают, что экстракт клевера лугового может быть дополнительно предложен в качестве химиопрофилактического средства [11].

Изучение эффективности экстракта клевера лугового при лечении рака молочной железы показало положительные результаты: отмечали аутофагическую гибель раковых клеток и апоптоз. Жизнеспособность клеток

зависела от дозы и времени применения растительного экстракта. Сочетание тамоксифена, препарата для лечения раннего и прогрессирующего рака молочной железы, и растительного экстракта клевера лугового демонстрировало синергетическое цитотоксическое действие на клеточные линии рака молочной железы (MCF-7 и MDA-MB-231), что свидетельствует о возможности комплексного подхода при терапии онкологического заболевания молочной железы [24]. Наилучший антиопухолевый эффект достигался при применении ростков клевера лугового после молочно-кислой ферментации, в них содержалось большое количество формонетина и биохирина А и их гликозидов. Показано, что сродство указанных соединений к связыванию изоформы эстрадиола ER $\beta$  подавляет пролиферацию и миграцию раковых клеток [23].

Проявление противоракового эффекта при использовании растительных компонентов клевера лугового также наблюдали при лечении глиобластомы, что в перспективе может рассматриваться в качестве альтернативного подхода в онкотерапии или как вспомогательное средство. В эксперименте обнаружены снижение пролиферации клеток глиобластомы C6, увеличение количества апоптотических клеток, а также значимые морфологические изменения в клетках с увеличением доз экстрактов клевера лугового [22].

Отмечают, что изофлавоны клевера лугового оказывают действие на липидный обмен веществ. Механизм действия изофлавонов клевера описывается структурным сходством с эндогенным 17- $\beta$ -эстрадиолом при проявлении своих биологических эффектов посредством активации эстрогеновых рецепторов (ER) — с более высоким сродством к ER- $\beta$  по сравнению с ER- $\alpha$ , который опосредует метаболизм холестерина. Экстракт красного клевера и изофлавоны генистеин и биохинин А могут регулировать липидный обмен без посредничества эстрогеновых рецепторов, а также увеличивать экспрессию альфа PPAR и активировать AMPK, что приводит к повышению активности генов, участвующих в метаболизме липопротеинов [25, 26]. В эксперименте на самках крыс Sprague Dawley через 3 недели после овариэктомии при пероральном введении в течение четырёх дней экстракта красного клевера в дневной дозе 450 мг/кг доказали многочисленные геномные и негеномные эффекты, которые влияют на метаболизм липидов, на широкий спектр клеточных функций, включая метаболические действия, регуляцию клеточного цикла и антиоксидантную активность. Так, при введении экстракта клевера наблюдали значительное снижение концентрации липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) в крови с одновременным увеличением триглицеридов и неизменным уровнем общего холестерина и липопротеидов высокой плотности (ЛПВП). Приём экстракта клевера повлиял на уровни транскрипции многих новых эстроген-, неэстрогенчувствительных генов. Анализ обратной транскрипции с ПЦР в реальном времени

подтвердил, что экстракт красного клевера регулирует гены, участвующие в метаболизме липидов и механизмах антиоксидантной защиты. Протеомное изучение также подтвердило потенциал экстракта красного клевера для модуляции метаболизма липидов [27].

Антидиабетический эффект растительных экстрактов клевера лугового также заслужил внимание исследователей. Так, в эксперименте на животных показано, что водный экстракт из цветков клевера лугового оказал влияние на резистентность к инсулину и экспрессию сиртуина 1 (*SIRT1*) у крыс с диабетом 2-го типа, вызванного приёмом пищи с высоким содержанием жиров и низкой дозой стрептозотоцина. Введение экстракта в рацион животных показало снижение гипергликемии и улучшение чувствительности к инсулину, а также снижение образования гликированного гемоглобина и улучшение уровня гликогена в печени. Гистопатологическое исследование выявило защитный эффект экстракта в ткани поджелудочной железы от повреждений, вызванных гипергликемией. Лечение увеличило экспрессию *SIRT1* в ткани поджелудочной железы [28]. В работе китайских учёных также показан потенциал использования водного экстракта клевера лугового, содержащего полисахариды, в качестве гипогликемического агента. Методом горячей экстракции в течение 95 мин выделены полисахариды, в составе которых находились моносахариды глюкоза, галактоза, арабиноза и галактуроновая кислота. Определена способность полисахаридов в концентрации 10 мг/мл ингибировать  $\alpha$ -глюкозидазу [9].

В последние годы возрастает научный интерес к изучению нарушений репродуктивной функции у больных с сахарным диабетом, при этом отмечают, что среди мужчин такое осложнение является достаточно распространённым. Иранские исследователи провели изучение влияния растительных компонентов клевера лугового на уровень тестостерона, характеристики спермы и морфологии тканей тестикул. В эксперименте у самцов крыс Wistar смоделировали диабет путём внутривенной инъекции стрептозотоцина. Затем крысы получали экстракт клевера лугового. При этом наблюдали значительную подвижность, увеличение количества и жизнеспособность сперматозоидов и повышение уровня тестостерона по сравнению с контрольной группой. Кроме того, экстракт клевера лугового уменьшил разрушение ткани яичек, вызванное диабетом [24].

Противовоспалительный потенциал экстракта листьев клевера лугового подтверждён в эксперименте на модели воспаления, вызванного каррагинаном. Пероральное введение 40% этанольного экстракта клевера в дозах 50, 100 и 200 мг/кг массы тела животного подавляло отёк лапы, вызванный каррагинаном, дозозависимым образом. Потенциальное противовоспалительное действие доказано также в эксперименте *in vitro* на макрофагальных клетках RAW264.7 путём подавления активации путей NF- $\kappa$ B и MAPK [29]. Авторы полагают, что уменьшение

воспаления и окислительного стресса связано с содержанием антоцианов в клевере луговом [30].

Известно, что фитоэстрогенные соединения клевера лугового (биоханин А, формонетин, генистеин) характеризуются мощными нейропротекторными свойствами при различных нейродегенеративных расстройствах [31]. Такие соединения, выделенные из растительного сырья клевера, могут быть рекомендованы в качестве диетических добавок для предупреждения рисков нейродегенеративных процессов в мозге и при проявлении признаков болезней Паркинсона и Альцгеймера. Так, экстракты, содержащие изофлавоны, демонстрировали активацию антиоксидантного ответа, опосредованного транскрипционным фактором Nrf2 в астроцитах через механизм, включающий ингибирование системы убиквитин-протеасома с одновременным снижением дефицита митохондриального дыхания [32].

В доклинических исследованиях выявлено, что изофлавоны, взаимодействуя с эстрогенными рецепторами, модулируют молекулярные сигнальные пути нервной системы [31]. Нейропротекторная эффективность изофлавонов гинестина, дайдзеина, биоханина А и формонетина клевера лугового изучена итальянскими исследователями, которые продемонстрировали жизнеспособность нейронов при воздействии перекиси водорода на клеточные культуры нейронов коры головного мозга человека HCN 1-А. Суточная предварительная обработка экстрактом изофлавонов в концентрациях 0,5, 1,0 и 2,0 мкг/мл значительно увеличила выживаемость клеток, что подтверждается колориметрическим тестом оценки метаболической активности клеток, и не допустила морфологического нарушения, вызванного окислительным стрессом. Такие результаты подразумевают, что нейропротекторный эффект экстракта изофлавонов клевера может быть частично связан с его антиоксидантной активностью. В то же время результаты исследований показали, что экстракт изофлавонов не способствует росту отростков корковых нейронов [33].

Антиоксидантная активность биоактивных веществ клевера лугового объясняется наличием высокого содержания летучих соединений (терпенов) в эфирном масле ( $\beta$ -мирцен, р-цимен, лимонен, тетрагидроионон) [14], а также содержанием фитоэстрогена (генистеина) в экстрактах из листьев растения [10] и изофлавона (формонетина) [34].

В исследовании на мышах с удалёнными яичниками, наряду с эстрогенным эффектом формонетина, показано его выраженное антиоксидантное действие, которое оценивали по увеличению содержания супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы и снижению уровня малонового диальдегида [35]. В эксперименте на животных и на моделях *in vitro* обнаруживались и антиоксидантные свойства генистеина, которые определялись в основном в тонком кишечнике и коже. В то же время содержащиеся фенольные соединения в экстрактах клевера лугового также демонстрируют высокую антиоксидантную активность

при инфаркте миокарда, атеросклерозе, процессах старения и рака и могут предотвращать их, поскольку такие соединения действуют как поглотители промежуточных пероксильных и алкоксильных радикалов. Хелатирующие агенты в растительном сырье для ионов металлов имеют также большое значение при инициации радикальных реакций. Стоит отметить, что дополнительное гликозилирование соединений флавоноидов приводит к снижению антиоксидантного действия [10].

Оценено антиоксидантное действие фенольных соединений клевера лугового на тромбоциты крови и гемостаз *in vitro*. Суспензии тромбоцитов инкубировали с фенольной фракцией клевера лугового с последующим добавлением пероксинитрита для индукции окислительного стресса. В присутствии растительного экстракта клевера выявлено снижение пероксинитрит-опосредованных модификаций белков и перекисного окисления липидов в тромбоцитах, что свидетельствует о перспективе использования растительного компонента для защиты от повреждения тромбоцитов, вызванного окислительным стрессом [36]. Антиоксидантный и антиагрегантный эффект экстракта клевера может быть связан с наличием в нем кловамида. Измерения адгезии и агрегации тромбоцитов показали, что соединения обладают умеренными антиагрегантными свойствами (до 20% ингибирования адгезии тромбоцитов) при концентрациях 1–5 мкг/мл. При этом кловамид и экстракты клевера не проявляли цитотоксичности по отношению к тромбоцитам крови или мононуклеарам периферической крови [37].

Таким образом, основными биологически активными веществами в клевере луговом являются изофлавоноиды, встречающиеся в растениях как производные изофлавона и обладающие фитоэстрогенным действием. Наиболее значимые изофлавоны клевера лугового — формонетин и биоханин А, обладающие фармакологическими эффектами.

Биоактивный компонент формонетин обладает многочисленными фармакологическими свойствами. Кроме антиоксидантного эффекта, соединение характеризуется противовоспалительным, противомикробным, противоопухолевым, нейропротекторным, вазорелаксантным и кардиопротекторным действиями. Фармакологический потенциал формонетина в части противоопухолевой активности определён в отношении рака молочной железы, толстой кишки, глиомы, остеосаркомы, надпочечников, носоглотки, простаты, мочевого пузыря, лёгких, шейки матки и множественной миеломы. Это соединение выступает в качестве защитного компонента при прогрессировании рака путём индукции апоптоза, остановки клеточного цикла и остановки метастазирования посредством нацеливания на различные пути, которые, как правило, модулируются при нескольких видах рака. Определено, что он блокирует функции циклинзависимых киназ и других регуляторных белков клеточного цикла, тем самым вызывая остановку клеточного цикла в фазе G0 или G1.

Одновременно соединение обладает способностью ингибировать или блокировать рост раковых клеток через внутренние или внешние пути апоптоза [34].

Изофлавоноид биоханин А, выделенный из листьев и стеблей клевера лугового, также может рассматриваться в качестве перспективного соединения для разработки лекарственных средств, так как имеет разнообразные биоактивные эффекты, обладая противоопухолевыми, химиопрофилактическими, противодиабетическими, антибактериальными, противовоспалительными, нейропротекторными, гепатопротекторными, остеопротекторными и кардиопротекторными свойствами [38]. При этом имеются некоторые ограничения для проведения клинических испытаний, а именно низкая биодоступность этого соединения при пероральном приёме из-за его малой растворимости, обширного метаболизма и быстрого выведения из организма, а также недостаточной оценки его безопасности [39]. При наружном применении биоханин А может выступать в качестве соединения-кандидата отбеливающего средства при лечении нарушений гиперпигментации кожи. Ингибирующее действие биоханина А на меланогенез подтверждено *in vitro* на культивируемых клетках меланомы и *in vivo* на мышах. Указанное соединение дозозависимо ингибировало меланогенез, клеточную активность тирозиназы в клетках В16. Нанесение крема, содержащего 2% биоханина А, 2 раза в день на кожу мышей также увеличивало значение индекса отбеливания кожи после применения в течение первой недели лечения, это увеличение наблюдали на протяжении ещё двух недель [40].

Биоактивный компонент клевера лугового ирилон может быть применён в качестве фитопрогестина. Обнаружено, что он усиливает действие прогестерона в линиях клеток эндометрия и яичников и может обеспечить улучшение при таких заболеваниях, как фибромиома и эндометриоз [41].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённого анализа научной литературы по вопросу возможного применения растительного сырья клевера лугового в фармацевтической практике можно отметить следующее: в подавляющем большинстве случаев публикации посвящены фармакологическому действию изофлавоноидов клевера как основного действующего соединения, обладающего широким спектром влияния на системы организма. Экстракты на основе

компонентов клевера лугового могут применяться в комплексной терапии сахарного диабета и его осложнений, онкологических заболеваний, симптомов менопаузы и гинекологических расстройств, а также при предупреждении нейродегенеративных расстройств, коррекции нарушений в липидном и углеводном обмене. В то же время заслуживают внимания другие потенциально эффективные соединения (флавоноиды, сапонины, кловамиды и фенольные кислоты). Отдельно стоит отметить терапевтический потенциал использования водно-этанольных экстрактов клевера лугового при разработке мягких лекарственных форм ранозаживляющего действия, в том числе в контексте множественных кожных патологий.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Е.Д. Кубасова — разработка идеи исследования, анализ данных, утверждение текста статьи; И.А. Крылов, Р.В. Кубасов, А.Е. Суханов, Д.В. Незговоров — научный анализ, интерпретация результатов, написание статьи; А.П. Коробицын, В.С. Грошилин, А.В. Сафроненко, Т.Г. Дергусова, С.М. Грошилин, С.Н. Линченко — сбор материалов для исследования, написание статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

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

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** E.D. Kubasova — design of the research idea, data analysis, approval of the text of the article; I.A. Krylov, R.V. Kubasov, A.E. Sukhanov, D.V. Nezgovorov — scientific analysis, interpretation of the results, writing the article; A.P. Korobitsyn, V.S. Groshilin, A.V. Safronenko, T.G. Dergousova, S.M. Groshilin, S.N. Linchenko — collection of materials for research, writing the article. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

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

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Marrelli M. Medicinal plants // *Plants (Basel)*. 2021. Vol. 10, N 7. P. 1355. doi: 10.3390/plants10071355
2. Šantić Ž., Pravić N., Bevanda M., Galić K. The historical use of medicinal plants in traditional and scientific medicine // *Psychiatr Danub*. 2017. Vol. 29, Suppl 4. P. 787–792.
3. Les F., Cásedas G., López V. Bioactivity of medicinal plants and extracts // *Biology (Basel)*. 2021. Vol. 10, N 7. P. 634. doi: 10.3390/biology10070634
4. Silveira D., Boylan F. Medicinal plants: advances in phytochemistry and ethnobotany // *Plants (Basel)*. 2023. Vol. 12, N 8. P. 1682. doi: 10.3390/plants12081682

5. Rogozea L. Medicinal plants usage in our days // *Am J Ther.* 2018. Vol. 25, N 4. P. e487–e488. doi: 10.1097/MJT.0000000000000795
6. van Galen E. Traditional herbal medicines worldwide, from reappraisal to assessment in Europe // *J Ethnopharmacol.* 2014. Vol. 158, Pt B. P. 498–502. doi: 10.1016/j.jep.2014.07.013
7. Sabudak T., Guler N. Trifolium L. — a review on its phytochemical and pharmacological profile // *Phytother Res.* 2009. Vol. 23, N 3. P. 439–446. doi: 10.1002/ptr.2709
8. Kolodziejczyk-Czepas J. Trifolium species-derived substances and extracts—biological activity and prospects for medicinal applications // *J Ethnopharmacol.* 2012. Vol. 143, N 1. P. 14–23. doi: 10.1016/j.jep.2012.06.048
9. Zhang H., Zhao J., Shang H., et al. Extraction, purification, hypoglycemic and antioxidant activities of red clover (*Trifolium pratense* L.) polysaccharides // *Int J Biol Macromol.* 2020. Vol. 148. P. 750–760. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.194
10. Kaurinovic B., Popovic M., Vlasisavljevic S., et al. Antioxidant profile of *Trifolium pratense* L // *Molecules.* 2012. Vol. 17, N 9. P. 11156–11172. doi: 10.3390/molecules170911156
11. Krenn L., Paper D.H. Inhibition of angiogenesis and inflammation by an extract of red clover (*Trifolium pratense* L.) // *Phytomedicine.* 2009. Vol. 16, N 12. P. 1083–1088. doi: 10.1016/j.phymed.2009.05.017
12. Gounden T., Moodley R., Jonnalagadda S.B. Elemental analysis and nutritional value of edible *Trifolium* (clover) species // *J Environ Sci Health B.* 2018. Vol. 53, N 8. P. 487–492. doi: 10.1080/03601234.2018.1462923
13. Malca-Garcia G.R., Zagal D., Graham J., et al. Dynamics of the isoflavone metabolome of traditional preparations of *Trifolium pratense* L // *J Ethnopharmacol.* 2019. Vol. 238. P. 111865. doi: 10.1016/j.jep.2019.111865
14. Vlasisavljevic S., Kaurinovic B., Popovic M., et al. *Trifolium pratense* L. as a potential natural antioxidant // *Molecules.* 2014. Vol. 19, N 1. P. 713–725. doi: 10.3390/molecules19010713
15. Myers S.P., Vigar V. Effects of a standardised extract of *Trifolium pratense* (Promensil) at a dosage of 80 mg in the treatment of menopausal hot flushes: a systematic review and meta-analysis // *Phytomedicine.* 2017. Vol. 24. P. 141–147. doi: 10.1016/j.phymed.2016.12.003
16. Gartoulla P., Han M.M. Red clover extract for alleviating hot flushes in postmenopausal women: a meta-analysis // *Maturitas.* 2014. Vol. 79, N 1. P. 58–64. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.06.018
17. Kolodziejczyk-Czepas J., Wachowicz B., Moniuszko-Szajwaj B., et al. Antioxidative effects of extracts from *Trifolium* species on blood platelets exposed to oxidative stress // *J Physiol Biochem.* 2013. Vol. 69, N 4. P. 879–887. doi: 10.1007/s13105-013-0264-5
18. Renda G., Yalçın F.N., Nemetlu E., et al. Comparative assessment of dermal wound healing potentials of various *Trifolium* L. extracts and determination of their isoflavone contents as potential active ingredients // *J Ethnopharmacol.* 2013. Vol. 148, N 2. P. 423–432. doi: 10.1016/j.jep.2013.04.031
19. Manzoureh R., Farahpour M.R. Topical administration of hydroethanolic extract of *Trifolium pratense* (red clover) accelerates wound healing by apoptosis and re-epithelialization // *Biotech Histochem.* 2021. Vol. 96, N 4. P. 276–286. doi: 10.1080/10520295.2020.1797875
20. Antonescu Mintas A.I., Miere Groza F., Fritea L., et al. Perspectives on the combined effects of *ocimum basilicum* and *trifolium pratense* extracts in terms of phytochemical profile and pharmacological effects // *Plants (Basel).* 2021. Vol. 10, N 7. P. 1390. doi: 10.3390/plants10071390
21. Khazaei M.R., Pazhouhi M. Antiproliferative effect of *Trifolium Pratense* L. extract in human breast cancer cells // *Nutr Cancer.* 2019. Vol. 71, N 1. P. 128–140. doi: 10.1080/01635581.2018.1521443
22. Tanriverdi G., Abdulova A., Çölgeçen H., et al. Investigation of apoptotic and antiproliferative effects of Turkish natural tetraploids *Trifolium pratense* L. extract on C6 glioblastoma cells via light and electron microscopy // *Ultrastruct Pathol.* 2023. Vol. 47, N 3. P. 160–171. doi: 10.1080/01913123.2023.2184893
23. Zakos-Szyda M., Budryn G. The effects of *Trifolium pratense* L. Sprouts' phenolic compounds on cell growth and migration of MDA-MB-231, MCF-7 and HUVEC cells // *Nutrients.* 2020. Vol. 12, N 1. P. 257. doi: 10.3390/nu12010257
24. Khazaei M.R., Gravandi E., Ghanbari E., et al. *Trifolium pratense* extract increases testosterone and improves sperm characteristics and antioxidant status in diabetic rats // *Biotech Histochem.* 2022. Vol. 97, N 8. P. 576–583. doi: 10.1080/10520295.2022.2039766
25. Błaszczuk A., Barańska A., Kanadys W., et al. Role of phytoestrogen-rich bioactive substances (*Linum usitatissimum* L., *Glycine max* L., *Trifolium pratense* L.) in cardiovascular disease prevention in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis // *Nutrients.* 2022. Vol. 14, N 12. P. 2467. doi: 10.3390/nu14122467
26. Quah Y., Park N.H., Lee E.B., et al. *Trifolium pratense* ethanolic extract alters the gut microbiota composition and regulates serum lipid profile in the ovariectomized rats // *BMC Complement Med Ther.* 2022. Vol. 22, N 1. P. 5. doi: 10.1186/s12906-021-03486-w
27. Pakalapati G., Li L., Gretz N., et al. Influence of red clover (*Trifolium pratense*) isoflavones on gene and protein expression profiles in liver of ovariectomized rats // *Phytomedicine.* 2009. Vol. 16, N 9. P. 845–855. doi: 10.1016/j.phymed.2009.03.003
28. Oza M.J., Kulkarni Y.A. *Trifolium pratense* (red clover) improve SIRT1 expression and glycogen content in high fat diet-streptozotocin induced type 2 diabetes in rats // *Chem Biodivers.* 2020. Vol. 17, N 4. P. e2000019. doi: 10.1002/cbdv.202000019
29. Lee S.A., Park B.R., Moon S.M., et al. Anti-inflammatory potential of *Trifolium pratense* L. leaf extract in LPS-stimulated RAW264.7 cells and in a rat model of carrageenan-induced inflammation // *Arch Physiol Biochem.* 2020. Vol. 126, N 1. P. 74–81. doi: 10.1080/13813455.2018.1493607
30. Lee S.G., Brownmiller C.R., Lee S.O., Kang H.W. Anti-inflammatory and antioxidant effects of anthocyanins of *Trifolium pratense* (red clover) in lipopolysaccharide-stimulated RAW-267.4 macrophages // *Nutrients.* 2020. Vol. 12, N 4. P. 1089. doi: 10.3390/nu12041089
31. Al-Shami A.S., Essawy A.E., Elkader H.E. Molecular mechanisms underlying the potential neuroprotective effects of *Trifolium pratense* and its phytoestrogen-isoflavones in neurodegenerative disorders // *Phytother Res.* 2023. Vol. 37, N 6. P. 2693–2737. doi: 10.1002/ptr.7870
32. de Rus Jacquet A., Ambaw A., Tambe M.A., et al. Neuroprotective mechanisms of red clover and soy isoflavones in Parkinson's disease models // *Food Funct.* 2021. Vol. 12, N 23. P. 11987–12007. doi: 10.1039/d1fo00007a

33. Occhiuto F., Palumbo D.R., Samperi S., et al. The isoflavones mixture from *Trifolium pratense* L. protects HCN 1-A neurons from oxidative stress // *Phytother Res.* 2009. Vol. 23, N 2. P. 192–196. doi: 10.1002/ptr.2584
34. Jiang D., Rasul A., Batool R., et al. Potential anticancer properties and mechanisms of action of Formononetin // *Biomed Res Int.* 2019. Vol. 2019. P. 5854315. doi: 10.1155/2019/5854315
35. Mu H., Bai Y.H., Wang S.T., et al. Research on antioxidant effects and estrogenic effects of formononetin from *Trifolium pratense* (red clover) // *Phytomedicine.* 2009. Vol. 16, N 4. P. 314–319. doi: 10.1016/j.phymed.2008.07.005
36. Kolodziejczyk-Czepas J. *Trifolium* species — the latest findings on chemical profile, ethnomedicinal use and pharmacological properties // *J Pharm Pharmacol.* 2016. Vol. 68, N 7. P. 845–861. doi: 10.1111/jphp.12568
37. Kolodziejczyk-Czepas J., Krzyżanowska-Kowalczyk J., Sieradzka M., et al. Clovamide and clovamide-rich extracts of three *Trifolium* species as antioxidants and moderate antiplatelet agents *in vitro* // *Phytochemistry.* 2017. Vol. 143. P. 54–63. doi: 10.1016/j.phytochem.2017.07.011
38. Yan J., Qiu P., Zhang X., et al. Biochanin A from chinese medicine: an isoflavone with diverse pharmacological properties // *Am J Chin Med.* 2021. Vol. 49, N 7. P. 1623–1643. doi: 10.1142/S0192415X21500750
39. Fokialakis N., Alexi X., Aligiannis N., et al. Ester and carbamate ester derivatives of Biochanin A: synthesis and *in vitro* evaluation of estrogenic and antiproliferative activities // *Bioorg Med Chem.* 2012. Vol. 20, N 9. P. 2962–2970. doi: 10.1016/j.bmc.2012.03.012
40. Lin V.C., Ding H.Y., Tsai P.C., et al. *In vitro* and *in vivo* melanogenesis inhibition by biochanin A from *Trifolium pratense* // *Biosci Biotechnol Biochem.* 2011. Vol. 75, N 5. P. 914–918. doi: 10.1271/bbb.100878
41. Lee J.H., Dean M., Austin J.R., et al. Irlone from red clover (*Trifolium pratense*) potentiates progesterone signaling // *J Nat Prod.* 2018. Vol. 81, N 9. P. 1962–1967. doi: 10.1021/acs.jnatprod.8b00131

## REFERENCES

1. Marrelli M. Medicinal plants. *Plants (Basel).* 2021;10(7):1355. doi: 10.3390/plants10071355
2. Šantić Ž, Pravičić N, Bevanda M, Galić K. The historical use of medicinal plants in traditional and scientific medicine. *Psychiatr Danub.* 2017;29(Suppl 4):787–792.
3. Les F, Cásedas G, López V. Bioactivity of medicinal plants and extracts. *Biology (Basel).* 2021;10(7):634. doi: 10.3390/biology10070634
4. Silveira D, Boylan F. Medicinal plants: advances in phytochemistry and ethnobotany. *Plants (Basel).* 2023;12(8):1682. doi: 10.3390/plants12081682
5. Rogozea L. Medicinal plants usage in our days. *Am J Ther.* 2018;25(4):e487–e488. doi: 10.1097/MJT.0000000000000795
6. van Galen E. Traditional herbal medicines worldwide, from reappraisal to assessment in Europe. *J Ethnopharmacol.* 2014;158 Pt B:498–502. doi: 10.1016/j.jep.2014.07.013
7. Sabudak T, Guler N. *Trifolium* L. — a review on its phytochemical and pharmacological profile. *Phytother Res.* 2009;23(3):439–446. doi: 10.1002/ptr.2709
8. Kolodziejczyk-Czepas J. *Trifolium* species-derived substances and extracts—biological activity and prospects for medicinal applications. *J Ethnopharmacol.* 2012;143(1):14–23. doi: 10.1016/j.jep.2012.06.048
9. Zhang H, Zhao J, Shang H, et al. Extraction, purification, hypoglycemic and antioxidant activities of red clover (*Trifolium pratense* L.) polysaccharides. *Int J Biol Macromol.* 2020;148:750–760. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.194
10. Kaurinovic B, Popovic M, Vlaisavljevic S, et al. Antioxidant profile of *Trifolium pratense* L. *Molecules.* 2012;17(9):11156–11172. doi: 10.3390/molecules170911156
11. Krenn L, Paper DH. Inhibition of angiogenesis and inflammation by an extract of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Phytomedicine.* 2009;16(12):1083–1088. doi: 10.1016/j.phymed.2009.05.017
12. Gounden T, Moodley R, Jonnalagadda SB. Elemental analysis and nutritional value of edible *Trifolium* (clover) species. *J Environ Sci Health B.* 2018;53(8):487–492. doi: 10.1080/03601234.2018.1462923
13. Malca-Garcia GR, Zagal D, Graham J, et al. Dynamics of the isoflavone metabolome of traditional preparations of *Trifolium pratense* L. *J Ethnopharmacol.* 2019;238:111865. doi: 10.1016/j.jep.2019.111865
14. Vlaisavljevic S, Kaurinovic B, Popovic M, et al. *Trifolium pratense* L. as a potential natural antioxidant. *Molecules.* 2014;19(1):713–725. doi: 10.3390/molecules19010713
15. Myers SP, Vigar V. Effects of a standardised extract of *Trifolium pratense* (Promensil) at a dosage of 80mg in the treatment of menopausal hot flushes: A systematic review and meta-analysis. *Phytomedicine.* 2017;24:141–147. doi: 10.1016/j.phymed.2016.12.003
16. Gartoulla P, Han MM. Red clover extract for alleviating hot flushes in postmenopausal women: a meta-analysis. *Maturitas.* 2014;79(1):58–64. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.06.018
17. Kolodziejczyk-Czepas J, Wachowicz B, Moniuszko-Szajwaj B, et al. Antioxidative effects of extracts from *Trifolium* species on blood platelets exposed to oxidative stress. *J Physiol Biochem.* 2013;69(4):879–887. doi: 10.1007/s13105-013-0264-5
18. Renda G, Yalçın FN, Nemutlu E, et al. Comparative assessment of dermal wound healing potentials of various *Trifolium* L. extracts and determination of their isoflavone contents as potential active ingredients. *J Ethnopharmacol.* 2013;148(2):423–432. doi: 10.1016/j.jep.2013.04.031
19. Manzoureh R, Farahpour MR. Topical administration of hydroethanolic extract of *Trifolium pratense* (red clover) accelerates wound healing by apoptosis and re-epithelialization. *Biotech Histochem.* 2021;96(4):276–286. doi: 10.1080/10520295.2020.1797875
20. Antonescu Mintas AI, Miere Groza F, Fritea L, et al. Perspectives on the combined effects of *ocimum basilicum* and *trifolium pratense* extracts in terms of phytochemical profile and pharmacological effects. *Plants (Basel).* 2021;10(7):1390. doi: 10.3390/plants10071390
21. Khazaei MR, Pazhouhi M. Antiproliferative effect of *Trifolium Pratense* L. extract in human breast cancer cells. *Nutr Cancer.* 2019;71(1):128–140. doi: 10.1080/01635581.2018.1521443

22. Tanrıverdi G, Abdulova A, Çölgeçen H, et al. Investigation of apoptotic and antiproliferative effects of Turkish natural tetraploids *Trifolium pratense* L. extract on C6 glioblastoma cells via light and electron microscopy. *Ultrastruct Pathol.* 2023;47(3):160–171. doi: 10.1080/01913123.2023.2184893
23. Zakłós-Szyda M, Budryn G. The effects of *Trifolium pratense* L. Sprouts' phenolic compounds on cell growth and migration of MDA-MB-231, MCF-7 and HUVEC cells. *Nutrients.* 2020;12(1):257. doi: 10.3390/nu12010257
24. Khazaei MR, Gravandi E, Ghanbari E, et al. *Trifolium pratense* extract increases testosterone and improves sperm characteristics and antioxidant status in diabetic rats. *Biotech Histochem.* 2022;97(8):576–583. doi: 10.1080/10520295.2022.2039766
25. Błaszczyk A, Barańska A, Kanadys W, et al. Role of phytoestrogen-rich bioactive substances (*Linum usitatissimum* L., *Glycine max* L., *Trifolium pratense* L.) in cardiovascular disease prevention in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2022;14(12):2467. doi: 10.3390/nu14122467
26. Quah Y, Park NH, Lee EB, et al. *Trifolium pratense* ethanolic extract alters the gut microbiota composition and regulates serum lipid profile in the ovariectomized rats. *BMC Complement Med Ther.* 2022;22(1):5. doi: 10.1186/s12906-021-03486-w
27. Pakalapati G, Li L, Gretz N, et al. Influence of red clover (*Trifolium pratense*) isoflavones on gene and protein expression profiles in liver of ovariectomized rats. *Phytomedicine.* 2009;16(9):845–855. doi: 10.1016/j.phymed.2009.03.003
28. Oza MJ, Kulkarni YA. *Trifolium pratense* (red clover) improve SIRT1 expression and glycogen content in high fat diet-streptozotocin induced type 2 diabetes in rats. *Chem Biodivers.* 2020;17(4):e2000019. doi: 10.1002/cbdv.202000019
29. Lee SA, Park BR, Moon SM, et al. Anti-inflammatory potential of *Trifolium pratense* L. leaf extract in LPS-stimulated RAW264.7 cells and in a rat model of carrageenan-induced inflammation. *Arch Physiol Biochem.* 2020;126(1):74–81. doi: 10.1080/13813455.2018.1493607
30. Lee SG, Brownmiller CR, Lee SO, Kang HW. Anti-inflammatory and antioxidant effects of anthocyanins of *Trifolium pratense* (red clover) in lipopolysaccharide-stimulated RAW-267.4 macrophages. *Nutrients.* 2020;12(4):1089. doi: 10.3390/nu12041089
31. Al-Shami AS, Essawy AE, Elkader HE. Molecular mechanisms underlying the potential neuroprotective effects of *Trifolium pratense* and its phytoestrogen-isoflavones in neurodegenerative disorders. *Phytother Res.* 2023;37(6):2693–2737. doi: 10.1002/ptr.7870
32. de Rus Jacquet A, Ambaw A, Tambe MA, et al. Neuroprotective mechanisms of red clover and soy isoflavones in Parkinson's disease models. *Food Funct.* 2021;12(23):11987–12007. doi: 10.1039/d1fo00007a
33. Occhiuto F, Palumbo DR, Samperi S, et al. The isoflavones mixture from *Trifolium pratense* L. protects HCN 1-A neurons from oxidative stress. *Phytother Res.* 2009;23(2):192–196. doi: 10.1002/ptr.2584
34. Jiang D, Rasul A, Batool R, et al. Potential anticancer properties and mechanisms of action of Formononetin. *Biomed Res Int.* 2019;2019:5854315. doi: 10.1155/2019/5854315
35. Mu H, Bai YH, Wang ST, et al. Research on antioxidant effects and estrogenic effects of formononetin from *Trifolium pratense* (red clover). *Phytomedicine.* 2009;16(4):314–319. doi: 10.1016/j.phymed.2008.07.005
36. Kolodziejczyk-Czepas J. *Trifolium* species — the latest findings on chemical profile, ethnomedicinal use and pharmacological properties. *J Pharm Pharmacol.* 2016;68(7):845–861. doi: 10.1111/jphp.12568
37. Kolodziejczyk-Czepas J, Krzyżanowska-Kowalczyk J, Sieradzka M, et al. Clovamide and clovamide-rich extracts of three *Trifolium* species as antioxidants and moderate antiplatelet agents *in vitro*. *Phytochemistry.* 2017;143:54–63. doi: 10.1016/j.phytochem.2017.07.011
38. Yan J, Qiu P, Zhang X, et al. Biochanin A from chinese medicine: an isoflavone with diverse pharmacological properties. *Am J Chin Med.* 2021;49(7):1623–1643. doi: 10.1142/S0192415X21500750
39. Fokialakis N, Alexi X, Aligiannis N, et al. Ester and carbamate ester derivatives of Biochanin A: synthesis and *in vitro* evaluation of estrogenic and antiproliferative activities. *Bioorg Med Chem.* 2012;20(9):2962–2970. doi: 10.1016/j.bmc.2012.03.012
40. Lin VC, Ding HY, Tsai PC, et al. *In vitro* and *in vivo* melanogenesis inhibition by biochanin A from *Trifolium pratense*. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2011;75(5):914–918. doi: 10.1271/bbb.100878
41. Lee JH, Dean M, Austin JR, et al. Irlone from red clover (*Trifolium pratense*) potentiates progesterone signaling. *J Nat Prod.* 2018;81(9):1962–1967. doi: 10.1021/acs.jnatprod.8b00131

## ОБ АВТОРАХ

\*Кубасова Елена Дмитриевна, канд. биол. наук, доцент;  
адрес: 163069, Россия, Архангельск, пр. Троицкий, 51;  
ORCID: 0000-0001-9683-7814;  
eLibrary SPIN: 7684-8140;  
e-mail: lapkino2001@mail.ru

Крылов Илья Альбертович, д-р мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0003-3042-4229;  
eLibrary SPIN: 1297-5590;  
e-mail: krylov.ilya@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\*Elena D. Kubasova, Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor;  
address: 51 Troitskiy Ave., Arkhangelsk, 163069, Russia;  
ORCID: 0000-0001-9683-7814;  
eLibrary SPIN: 7684-8140;  
e-mail: lapkino2001@mail.ru

Iliya A. Krylov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0003-3042-4229;  
eLibrary SPIN: 1297-5590;  
e-mail: krylov.ilya@mail.ru

**Кубасов Роман Викторович**, канд. биол. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0003-1698-6479;  
eLibrary SPIN: 8780-4464;  
e-mail: romanas2001@mail.ru

**Суханов Антон Евгеньевич**, канд. мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0002-6214-307X;  
eLibrary SPIN: 7111-5243;  
e-mail: docpharmanton@hotmail.com

**Незговорев Дмитрий Викторович**, канд. биол. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0002-4909-5325;  
eLibrary SPIN: 1417-1144;  
e-mail: konan192@mail.ru

**Коробицын Алексей Петрович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-4078-4850;  
eLibrary SPIN: 4097-5036;  
e-mail: alkor@mail.ru

**Грошили Виталий Сергеевич**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0001-9927-8798;  
eLibrary SPIN: 8717-0391;  
e-mail: groshilin@yandex.ru

**Сафроненко Андрей Владимирович**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0003-4625-6186;  
eLibrary SPIN: 3448-9574;  
e-mail: andrejsaf@mail.ru

**Дергусова Татьяна Григорьевна**, канд. фармацевт. наук,  
доцент;  
ORCID: 0000-0001-6334-1169;  
eLibrary SPIN: 9900-8949;  
e-mail: Tatyana-701@yandex.ru

**Грошили Сергей Михайлович**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0003-2782-7094;  
eLibrary SPIN: 3980-0099;  
e-mail: 9185546646@rambler.ru

**Линченко Сергей Николаевич**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0001-8345-0645;  
eLibrary SPIN: 1681-3350;  
e-mail: s\_linchenko@mail.ru

**Roman V. Kubasov**, Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0003-1698-6479;  
eLibrary SPIN: 8780-4464;  
e-mail: romanas2001@mail.ru

**Anton E. Sukhanov**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0002-6214-307X;  
eLibrary SPIN: 7111-5243;  
e-mail: docpharmanton@hotmail.com

**Dmitry V. Nezgovorov**, Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0002-4909-5325;  
eLibrary SPIN: 1417-1144;  
e-mail: konan192@mail.ru

**Alexey P. Korobitsyn**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0003-4078-4850;  
eLibrary SPIN: 4097-5036;  
e-mail: alkor@mail.ru

**Vitaly S. Groshilin**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0001-9927-8798;  
eLibrary SPIN: 8717-0391;  
e-mail: groshilin@yandex.ru

**Andrey V. Safronenko**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0003-4625-6186;  
eLibrary SPIN: 3448-9574;  
e-mail: andrejsaf@mail.ru

**Tatyana G. Dergousova**, Cand. Sci. (Pharmacy), Assistant  
Professor;  
ORCID: 0000-0001-6334-1169;  
eLibrary SPIN: 9900-8949;  
e-mail: Tatyana-701@yandex.ru

**Sergey M. Groshilin**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0003-2782-7094;  
eLibrary SPIN: 3980-0099;  
e-mail: 9185546646@rambler.ru

**Sergey N. Linchenko**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0001-8345-0645;  
eLibrary SPIN: 1681-3350;  
e-mail: s\_linchenko@mail.ru

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco629531>

# Анализ террористической активности в мире в 1970–2020 гг.

В.И. Евдокимов<sup>1</sup>, К.А. Чернов<sup>2</sup>, Н.С. Шуленин<sup>3</sup><sup>1</sup> Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова, Санкт-Петербург, Россия;<sup>2</sup> Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Россия;<sup>3</sup> Санкт-Петербургский медико-социальный институт, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** В последние годы число вооружённых конфликтов, террористических актов (ТА) и их медико-биологических последствий увеличивается.

**Цель.** Проанализировать показатели террористической активности в мире с 1970 по 2020 г. для оптимизации проведения контртеррористических мероприятий.

**Материал и методы.** Объектом исследования стали показатели Глобальной базы данных по терроризму (Global Terrorism Database, GTD). Индивидуальные риски гибели и получения травмы в ТА рассчитали на 1 млн населения. Представлены средние величины, медианы, верхние и нижние квартили (Me [Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>]).

**Результаты.** За 51 год (1970–2020 гг.) в мире учтены около 215 тыс. ТА, в которых погибли 498,5 тыс. человек, получили травмы 597,8 тыс. Среднегодовой показатель террористической активности — 4,2 тыс. ТА (3,1 [1,4; 4,8] тыс. ТА), гибели — 9,6 тыс. человек (7,1 [4,4; 10,3] тыс. человек), получения травмы — 11,7 тыс. человек (7,6 [3,6; 15,9] тыс. человек). Проанализировали ТА по регионам мира, типу, использованному оружию и объектам (целям). Индивидуальный риск гибели для населения мира без учёта террористов оказался  $1,25 \times 10^{-6}$  (1,16 [0,64; 1,73]  $\times 10^{-6}$ ) смертей/(человек×год), получить травму —  $1,71 \times 10^{-6}$  (1,32 [0,80; 2,28]  $\times 10^{-6}$ ) травм/(человек×год). Отмечается динамика увеличения рисков.

**Заключение.** Чаще всего в ТА использовались взрывчатые вещества и огнестрельное оружие, поэтому предотвратить гибель и травмирование людей было очень затруднительно. Около половины ТА не имеет медико-биологических последствий, но вероятность погибнуть при терроризме не уменьшается. Если терроризм полностью искоренить невозможно, то контртеррористическими мероприятиями его можно минимизировать.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация; терроризм; террористический акт; гибель; санитарные потери; травмы; риск; Global Terrorism Database.

## Как цитировать:

Евдокимов В.И., Чернов К.А., Шуленин Н.С. Анализ террористической активности в мире в 1970–2020 гг. // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 191–199. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco629531>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco629531>

# Analysis of global terrorism in 1970–2020

Vladimir I. Evdokimov<sup>1</sup>, Kirill A. Chernov<sup>2</sup>, Nikolai S. Shulenin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Civil Defense Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russia;

<sup>3</sup> Saint Petersburg Medico-Social Institute, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** In recent years, there has been a notable increase in the number of armed conflicts, terrorist attacks (TAs), and related medical and biological consequences.

**AIM:** To analyze global terrorism statistics covering the period from 1970 through 2020 to enhance the effectiveness of anti-terrorism activities.

**MATERIAL AND METHODS:** The study analyzes the available data from the Global Terrorism Database (GTD). The individual risks of TA-related deaths and injuries were calculated per one million people. The data are expressed as means or medians with upper and lower quartiles (Me [Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>]).

**RESULTS:** Over the 51-year period (1970–2020), approximately 215,000 TAs were recorded globally, resulting in 498,500 fatalities and 597,800 injuries. The mean annual terrorism statistic was 4,200 TAs (3,100 [1,400; 4,800]), with 9,600 deaths (7,100 [4,400; 10,300]) and 11,700 injuries (7,600 [3,600; 15,900]). The TAs were analyzed based on the following criteria: geographical region, type, weapons, and objectives (targets). For the global population, as calculated excluding terrorists, the estimated individual risk yielded a value of  $1.25 \times 10^{-6}$  ( $1.16 [0.64; 1.73] \times 10^{-6}$ ) deaths/(person×year) and  $1.71 \times 10^{-6}$  ( $1.32 [0.80; 2.28] \times 10^{-6}$ ) injuries/(person×year). It is noteworthy that the risk is increasing.

**CONCLUSION:** The most common types of weapons used in TAs were explosives and firearms, which made it extremely challenging to prevent deaths and injuries. While approximately half of TAs have no medical or biological consequences, the probability of dying in a terrorist attack remains high. As terrorism cannot be completely eradicated, it is crucial to implement effective anti-terrorism measures to minimize its impact.

**Keywords:** emergency; terrorism; terrorist attack; death; medical casualties; injuries; risk; Global Terrorism Database.

## To cite this article:

Evdokimov VI, Chernov KA, Shulenin NS. Analysis of terrorist activity in the world in 1970–2020. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):191–199. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco629531>

Received: 27.03.2024

Accepted: 18.09.2024

Published online: 25.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco629531>

# 1970–2020年全球恐怖活动分析

Vladimir I. Evdokimov<sup>1</sup>, Kirill A. Chernov<sup>2</sup>, Nikolai S. Shulenin<sup>3</sup><sup>1</sup> Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, Saint Petersburg, Russia;<sup>2</sup> Civil Defense Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russia;<sup>3</sup> Saint Petersburg Medico-Social Institute, Saint Petersburg, Russia

## 摘要

**背景。**近年来，武装冲突、恐怖袭击（T A）及其对医疗和生物方面的后果数量不断增加。

**研究目的。**分析1970年至2020年全球恐怖活动的指标，以优化反恐措施的实施。

**材料和方法。**研究对象为全球恐怖主义数据库（Global Terrorism Database, GTD）中的指标。计算了每百万人口中在恐怖袭击中死亡和受伤的个体风险，结果以均值、中位数、四分位数（Me [Q25; Q75]）表示。

**结果。**在51年内（1970 - 2020年），全球发生了约21.5万起恐怖袭击，造成49.85万人死亡，59.78万人受伤。恐怖活动的年均发生率为4200起（3100 [1400; 4800] 起），年均死亡人数为9600人（7100 [4400; 10300] 人），年均受伤人数为11700人（7600 [3600; 15900] 人）。对恐怖袭击按世界地区、类型、使用的武器及目标进行了分析。全球人口在排除恐怖分子的情况下，个体死亡风险为 $1.25 \times 10^{-6}$ （ $1.16 [0.64; 1.73] \times 10^{-6}$ ）/（人年），受伤风险为 $1.71 \times 10^{-6}$ （ $1.32 [0.80; 2.28] \times 10^{-6}$ ）/（人年）。风险呈现增长趋势。

**结论。**在恐怖袭击中最常使用的是爆炸物和火器，因此预防人员伤亡极为困难。约一半的恐怖袭击没有导致医疗生物后果，但恐怖活动中的死亡风险依然存在。尽管完全消除恐怖主义的可能性较低，但通过反恐措施可以将其影响降至最低。

**关键词：**紧急情况；恐怖主义；恐怖袭击；死亡；医疗损失；创伤；风险；全球恐怖主义数据库。

## 引用本文：

Evdokimov VI, Chernov KA, Shulenin NS. 1970 - 2020年全球恐怖活动分析. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):191–199.DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco629531>

收到: 27.03.2024

接受: 18.09.2024

发布日期: 25.10.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Терроризм — идеология насилия и практика воздействия на принятие решения органами государственной власти, органами публичной власти федеральных территорий, органами местного самоуправления или международными организациями, связанные с устрашением населения и (или) иными формами противоправных насильственных действий<sup>1</sup>.

Из 13,7 тыс. статей, проиндексированных в Российском индексе научного цитирования в 2011–2022 гг., в которых исследовались вопросы терроризма, широкомасштабных исследований по развитию террористической активности в мире не найдено.

**Цель исследования.** Проанализировать показатели террористической активности в мире с 1970 по 2020 г. для оптимизации проведения контртеррористических мероприятий.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования стали показатели Глобальной базы данных по терроризму (Global Terrorism Database, GTD) — открытой и наиболее полной информации о террористической активности в мире. Изучили сведения о террористических актах (ТА), проиндексированных в GTD с 1970 по 2020 г. (<https://www.start.umd.edu/gtd>). В связи с цифровизацией показатели за 1993 г. были утеряны, их удалось восполнить из статьи [1] и приложения кодовой книги [2].

Сотрудники Национального консорциума по изучению терроризма и борьбе с терроризмом (The National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism, START) университета штата Мэриленд (США) регулярно просматривают новостную информацию о ТА. Данные о ТА не добавляются в GTD до тех пор, пока не установлено, что источник информации является достоверным. О каждом ТА собирается информация, как минимум, по 45 переменным.

Каждый инцидент, включённый в GTD, — преднамеренный акт насилия или угрозы насилия со стороны негосударственного субъекта. Для его включения в GTD должны быть выполнены два из трёх критериев [2]:

- направлен на достижение политической, экономической, религиозной или социальной цели (не рассматриваются насильственные инциденты с экономическими целями и исключительным стремлением получения прибыли);
- имеются доказательства принудить, запугать или передать какое-либо другое сообщение более широкой аудитории (или аудиториям), кроме непосредственных жертв;

- выходит за рамки норм международного гуманитарного права (не рассматриваются законные вооружённые конфликты или внутригосударственные акты вооружённого принуждения).

По некоторым инцидентам недостаточно информации, чтобы провести чёткое разграничение, например, между терроризмом и повстанческим движением (борьба за независимость). Безусловно, при индексации ТА присутствует их политизация.

В отчёте, проведённом Е. Miller и В. Wingenroth [3], выявлена высокая согласованность сведений, представленных в GTD в апреле 2021 г., например, показатели о взятых заложниках совпадали в 96%, количестве убитых — в 91%, раненых — в 91%, типе применённого оружия — в 84%, целях ТА — в 76% и т.д. Доказательность сведений по терроризму, представленных в GTD, содержится также в статьях [4–8]. Полагаем, что данным GTD можно доверять.

Риск — вероятность возникновения события, как правило, негативного, например за 1 год. Рассчитали индивидуальный риск для населения мира попасть в ТА, погибнуть или получить травму в ТА на 1 млн человек или  $\times 10^{-6}$ . Сведения о количестве населения получили на сайте <https://countrysmeters.info/ru>.

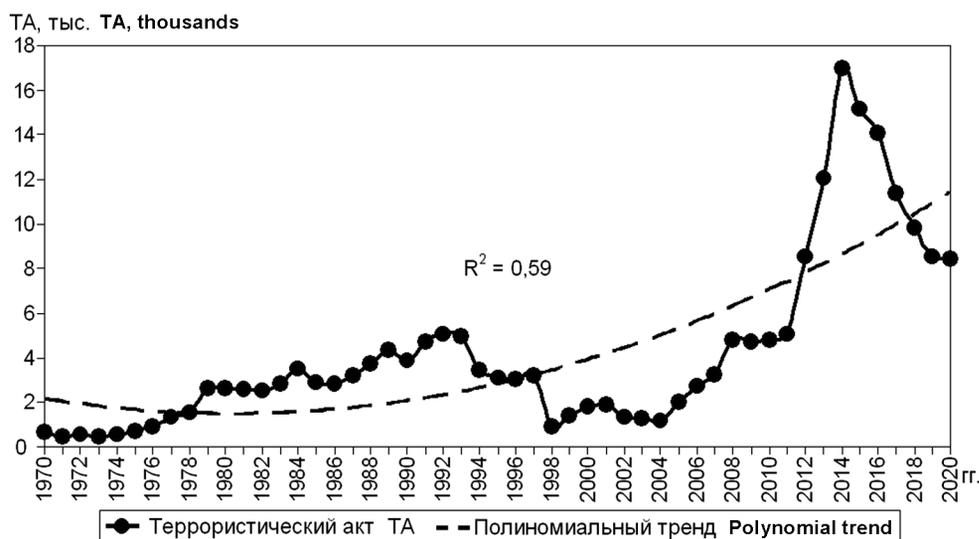
В связи с непараметрическим распределением признаков представили средние данные, а также медианы, верхний и нижний квартили (Me [Q<sub>25</sub>; Q<sub>75</sub>]) [9]. При изучении структуры террористической активности в регионах мира, типов ТА, использованного вида оружия и объектов (целей) расчёт провели на 209 тыс. ТА. Развитие показателей оценивали при помощи динамических рядов, для чего использовали полиномиальный тренд второго порядка. Коэффициент детерминации (R<sup>2</sup>) показывал объективность полученной кривой: чем больше R<sup>2</sup> (максимальный 1,0), тем более приближался построенный тренд к реальной динамике [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

С 1970 по 2020 г. в мире учтены около 215 тыс. ТА. Среднегодовой показатель террористической активности — 4,2 тыс. (3,1 [1,4; 4,8] тыс.) ТА. Полиномиальный тренд числа ТА при высоком коэффициенте детерминации (R<sup>2</sup>=0,59) демонстрировал увеличение данных (рис. 1). Можно полагать, что определённый вклад в рост террористической активности с 2001 г. оказывал её более эффективный учёт, так как сведения до этого периода собирались, как правило, ретроспективно.

По данным GTD проанализировали структуру террористической активности по 12 регионам мира (табл. 1). Наиболее часто ТА совершались на Ближнем Востоке и в Северной Африке (27,8%), в Южной Азии (26,1%), в Африке к югу от Сахары (11,3%), в Южной Америке (9,5%) и Западной Европе (8,3%). Всего в пяти перечисленных регионах мира произошло около 83% ТА от общей структуры.

<sup>1</sup> Статья 3. О противодействии терроризму: Федеральный закон от 06.03.2006 г. № 35-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru/12145408>



**Рис. 1.** Динамика террористических актов, учтённых в GTD.  
**Fig. 1.** Dynamics of terrorist acts recorded in GTD.

По данным GTD изучили структуру девяти типов ТА (табл. 2). Чаще всего при ТА использовались взрывные устройства (в том числе при бомбардировке) — 45% случаев. Вооружённые нападения совершали в 24,7%, убийства — в 9,9%, причинение вреда инфраструктуре (в том числе жизнеобеспечения) — в 7,1%, захват заложников (похищение) — в 6,6% случаев. В итоге пять перечисленных типов ТА составили 93,4% от структуры.

Уместно указать, что в GTD индексируется захват заложников без цели похищения, например, для достижения

**Таблица 1.** Структура террористических актов по регионам мира (1970–2020 гг.)

Регион мира   World region	Количество, % Quantity, %
Ближний Восток и Северная Африка Middle East & North Africa	27,79
Южная Азия   South Asia	26,11
Африка к югу от Сахары Sub-Saharan Africa	11,32
Южная Америка   South America	9,46
Западная Европа   Western Europe	8,26
Юго-Восточная Азия   Southeast Asia	6,91
Центральная Америка и Карибский бассейн   Central America & Caribbean	4,95
Восточная Европа   Eastern Europe	2,54
Северная Америка   North America	1,83
Восточная Азия   East Asia	0,40
Центральная Азия   Central Asia	0,28
Австралия и Океания Australasia & Oceania	0,15

уступок в реальном ТА («инциденты на баррикаде»), захваченных людей террористы не собирались долгое время удерживать в тайном месте и брали заложников не с целью получения выкупа.

По данным GTD проанализировали применённые в ТА 12 видов оружия. Чаще всего использовались взрывчатые вещества (46,6%), огнестрельное (32,7%) и оружие зажигательного действия (7,2%). Случаи с перечисленным оружием, использованным в ТА, составили 86,6% от структуры (табл. 3).

По данным GTD изучили 22 объекта (цели) ТА. Наиболее частыми объектами ТА становились частные лица (случайные свидетели, прохожие) — 26,4%, армейская инфраструктура и военнослужащие — 16,0%,

**Таблица 2.** Типы террористических актов (1970–2020 гг.)  
**Table 2.** Types of terrorist acts (1970–2020)

Тип террористического акта Terrorist act type	Количество, % Quantity, %
Бомбардировка (взрыв) Bombing (Explosion)	45,01
Вооружённое нападение   Armed Assault	24,69
Убийство   Assassination	9,93
Причинение ущерба инфраструктуре Facility (Infrastructure Attack)	7,13
Захват заложников   Kidnapping	6,64
Неидентифицированные   Unknoun	5,08
Безоружное нападение Unarmed Assault	0,60
Захват заложников без намерения похищения   Barricade Incident	0,55
Угон (захват) транспортного средства Hijacking	0,37

**Таблица 3.** Вид оружия, использованного в террористических актах (1970–2020 гг.)**Table 3.** Types of weapons used in terrorist acts (1970–2020)

Вид оружия   Weapon type	Количество, % Quantity, %
Взрывчатые вещества   Explosives	46,62
Огнестрельное   Firearms	32,69
Неидентифицированное   Unknown	9,63
Зажигательное   Incendiary	7,32
Ближнего боя   Melee	2,99
Другое   Other	0,21
Химические средства   Chemical	0,18
Диверсионное оборудование Sabotage Equipment	0,16
Транспортное средство   Vehicle	0,13
Муляжи   Fake Weapons	0,04
Биологическое   Biological	0,02
Радиологическое   Radiological	0,01

полиция — 13,5%, правительство и правительственные учреждения — 10,9%, бизнес — 10,3%. В сумме они составили 77,1% ТА от структуры (табл. 4). Стоит также указать, что в 2% объектом ТА являлись противоборствующие террористические группировки, а в 1% — представители экстремистских политических партий (см. табл. 4).

На рис. 2 показана структура ТА по тяжести медико-биологических последствий. Оказалось, что без жертв и травмированных было совершено 47,4 и 55,8% ТА. От 51 до 100 погибших оказалось в 585 (0,28%) ТА, 101 погибший и более — в 208 (0,10%) ТА, получивших травмы — в 963 (0,46%) и 406 (0,19%) ТА соответственно.

С 1970 по 2020 г. в ТА погибли 489,5 тыс. человек, среднегодовой показатель — 9,6 тыс. (7,1 [4,4; 10,3] тыс.) человек. Среди всех погибших террористов оказалось более 80 тыс. (16,5%). Полиномиальный тренд числа погибших в ТА при высоком коэффициенте детерминации ( $R^2=0,61$ ) демонстрировал увеличение данных (рис. 3).

С 1970 по 2020 г. в ТА получили травмы 597,8 тыс. человек, среднегодовой показатель — 11,7 тыс. (7,6 [3,6; 15,9] тыс.) человек. Травмированных террористов было 19,1 тыс., или около 3,3% от всех людей, получивших травмы. Полиномиальный тренд при высоком коэффициенте детерминации ( $R^2=0,68$ ) представлял увеличение данных (рис. 4). Отмечается высокая вероятность погибнуть при ТА, например, соотношение погибших и пораженных (травмированных) среди населения было 1,0 : 1,4, среди террористов — 4,2 : 1,0.

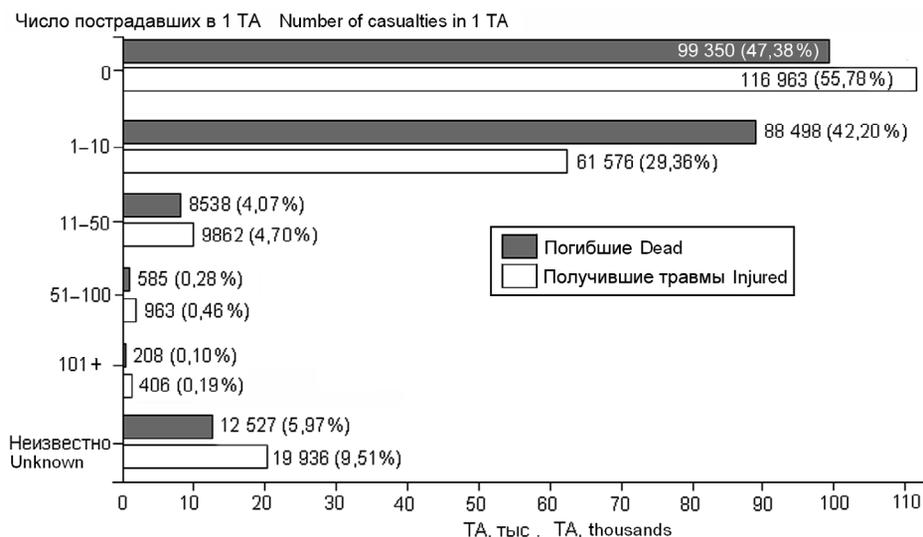
Риск оказаться в условиях ТА для населения мира —  $0,67 \times 10^{-6}$  (0,60 [0,30; 083]  $\times 10^{-6}$ ) ТА/(человек×год), индивидуальный риск погибнуть в ТА —  $1,46 \times 10^{-6}$  (1,20

**Таблица 4.** Структура террористических актов по объектам совершения (1970–2020 гг.)**Table 4.** Structure of terrorist acts by objects of commission (1970–2020)

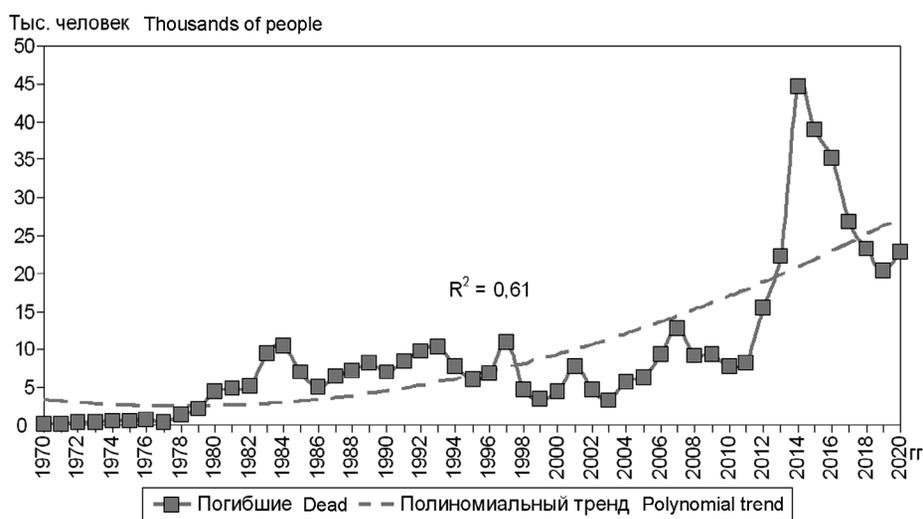
Объект (цель) террористического акта Object (target) of terrorist act	Количество, % Quantity, %
Частные лица, их недвижимость Private Citizens & Property	26,44
Вооружённые силы   Military	16,01
Полиция   Police	13,45
Правительство   Government	10,92
Бизнес   Business	10,32
Транспорт   Transportation	3,26
Неидентифицированный   Unknown	3,21
Организации коммунальных услуг Utilities	2,85
Религиозные деятели (объекты) Religious Figures Institutions	2,38
Организации образования Educational Institution	2,25
Террористы   Terrorist (Non-State Militia)	2,03
Дипломаты   Government (Diplomatic)	1,77
Журналисты и СМИ   Journalists & Media	1,54
Экстремистские политические партии Violent Political Parties	0,94
Гражданская авиация Airports & Aircraft	0,66
Телекоммуникации   Telecommunication	0,59
Неправительственные организации NGO	0,56
Туристы   Tourists	0,24
Морской флот   Marines	0,19
Запасы продовольствия или воды Food and Water supplies	0,16
Клиники по прерыванию беременности Abortion clinics	0,12
Другие   Other	0,11

$[0,71; 1,82] \times 10^{-6}$ ) смертей/(человек×год), индивидуальный риск получить травму в ТА —  $1,76 \times 10^{-6}$  (1,33 [0,80; 2,39]  $\times 10^{-6}$ ) травм/(человек×год), в том числе без учёта террористов —  $1,25 \times 10^{-6}$  (1,16 [0,64; 1,73]  $\times 10^{-6}$ ) смертей/(человек×год) и  $1,71 \times 10^{-6}$  (1,32 [0,80; 2,28]  $\times 10^{-6}$ ) травм/(человек×год) соответственно. Отмечается динамика увеличения рисков.

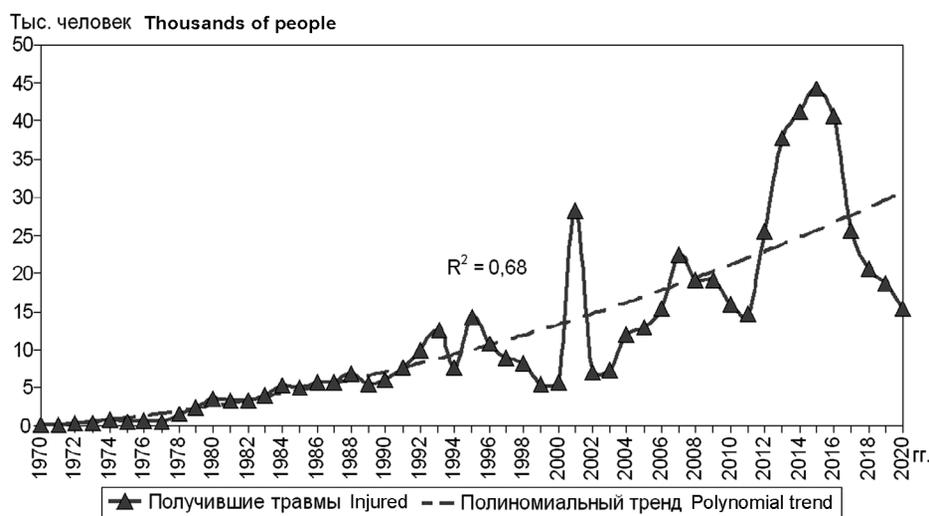
Уместно указать, что в международной практике оптимальным риском для населения является гибель одного человека на 1 млн населения ( $1 \times 10^{-6}$ ). Индивидуальные



**Рис. 2.** Количество и структура террористических актов по тяжести медико-биологических последствий (1970–2020 гг.).  
**Fig. 2.** Number and structure of terrorist acts according to the severity of medical and biological consequences (1970–2020).



**Рис. 3.** Динамика погибших в террористических актах в мире.  
**Fig. 3.** Dynamics of deaths in terrorist acts in the world.



**Рис. 4.** Динамика получивших травмы в террористических актах в мире.  
**Fig. 4.** Dynamics of those injured in terrorist acts in the world.

риски при террористической активности оказались высокими, например, риск гибели при дорожно-транспортных происшествиях был на порядок больше ( $n \times 10^{-4}$ ). В некоторых странах с высокой террористической активностью отмечаются выраженные рискометрические показатели, например, в Афганистане в 2011–2020 гг. риск гибели при ТА составил  $167,9 \times 10^{-6}$ , получить травму —  $168,6 \times 10^{-6}$ , в том числе без учёта террористов —  $93,5 \times 10^{-6}$  и  $86,9 \times 10^{-6}$  соответственно.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённые исследования выявили увеличение количества ТА и их медико-биологических последствий в последние годы. Вероятно, определённый вклад в рост показателей оказал их тщательный учёт, так как в более позднем периоде, например до 2001 г., сведения собирались, как правило, ретроспективно. Для объективного анализа негативных тенденций необходимо изучить причины террористической активности за последнее десятилетие.

В регионах Ближнего Востока, Северной Африки, Южной Азии и Африки к югу от Сахары было осуществлено более 85% всех ТА в мире. Контртеррористические мероприятия здесь могут быть успешными только при существенном развитии в странах региона национальной экономики и при повышении качества жизни населения.

С учётом того, что чаще всего в ТА использовались взрывчатые вещества и огнестрельное оружие, предотвратить гибель и травмирование людей,  $\frac{1}{4}$  часть которых оказываются случайными свидетелями, было затруднительно, даже при хорошо поставленной работе медицины катастроф.

Среди всех погибших террористов оказалось 16,5%, травмированных — 3,3%. При расчёте индивидуальных рисков гибели и быть поражённым для населения необходимо исключать данные по террористам. Рассчитанные индивидуальные риски имеют очень обобщённый характер, но они могут быть использованы для исследования аналогичных показателей в регионах (странах).

Без жертв и травмированных людей было 47,4 и 55,8%

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Acosta B., Ramos K. Introducing the 1993 terrorism and political violence dataset // *Studies in Conflict and Terrorism*. 2016. Vol. 40, N 3. P. 1–34. doi: 10.1080/1057610X.2016.1184061
- GTD Global Terrorism Database. Codebook: methodology, inclusion criteria, and variables. College Park: START, 2021.
- Miller E., Wingenroth B. Global Terrorism Database: real-time data collection pilot evaluation. College Park: START, 2023.
- Рязанов Д.С., Охрименко А.В. Использование электронных баз данных в исследовании терроризма // *Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики*. 2015. № 11-2. С. 172–176. EDN: UMESVJ
- Besenyő J., Barten D.G., De Cauwer H.G., et al. Review of ambulance terrorism on the African continent // *Prehosp Disaster Med*. 2023. Vol. 38, N 2. P. 237–242. doi: 10.1017/S1049023X23000213
- Cavaliere G.A., Alfalasi R., Jasani G.N., et al. Terrorist attacks against healthcare facilities: a review // *Health Secur*. 2021. Vol. 19, N 5. P. 546–550. doi: 10.1089/hs.2021.0004
- Hoth P., Roth J., Bieler D., et al. Education and training as a key enabler of successful patient care in mass-casualty terrorist incidents // *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023. Vol. 49, N 2. P. 595–605. doi: 10.1007/s00068-023-02232-w

ТА. Разумеется, главная задача терроризма — запугать людей, посеять панику среди населения. В то же время отмечается высокая вероятность погибнуть при ТА, например, соотношение погибших и поражённых (травмированных) в ТА среди населения было 1,0 : 1,4.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отмечается увеличение террористической активности и её медико-биологических последствий. С учётом того, что чаще всего в ТА использовались взрывчатые вещества и огнестрельное оружие, предотвратить гибель и травмирование людей было очень затруднительно. Около половины ТА не имеет медико-биологических последствий, но вероятность погибнуть при терроризме не уменьшается. Если терроризм полностью искоренить невозможно, то контртеррористическими мероприятиями его можно минимизировать.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

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

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

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

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

**Competing interests.** The authors declares that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

8. Wirken B., Barten D.G., De Cauwer H., et al. Primary care as primary target: a review of terrorist attacks against primary care providers and their offices // *Prehosp Disaster Med.* 2022. Vol. 37, N 4. P. 451–454. doi:10.1017/S1049023X22000954
9. Гржибовский А.М., Унгурияну Т.Н. Анализ биомедицинских данных с использованием пакета статистических программ SPSS: учеб. пособие. Архангельск: Изд-во СГМУ, 2017. EDN: YQUSOF
10. Холматова К.К., Гржибовский А.М. Панельные исследования и исследования тренда в медицине и общественном здравоохранении // *Экология человека.* 2016. № 10. С. 57–63. EDN: WQSIDR doi: 10.33396/1728-0869-2016-9-57-64

## REFERENCES

1. Acosta B, Ramos K. Introducing the 1993 terrorism and political violence dataset. *Studies in Conflict and Terrorism.* 2016;40(3): 1–34. doi: 10.1080/1057610X.2016.1184061
2. GTD Global Terrorism Database. Codebook: methodology, inclusion criteria, and variables. College Park: START; 2021.
3. Miller E, Wingenroth B. Global Terrorism Database: real-time data collection pilot evaluation. College Park: START; 2023.
4. Ryazanov DS, Okhrimenko AV. Use of electronic data bases in investigation of terrorism. *Historical, Philosophical, Political and Law Sciences, Culturology and Study of Art. Issues of Theory and Practice.* 2015;(11-2):172–176. EDN: UMESVJ
5. Besenyő J, Barten DG, De Cauwer HG, et al. Review of ambulance terrorism on the African continent. *Prehosp Disaster Med.* 2023;38(2):237–242. doi: 10.1017/S1049023X23000213
6. Cavaliere GA, Alfalasi R, Jasani GN, et al. Terrorist attacks against healthcare facilities: a review. *Health Secur.* 2021;19(5):546–550. doi: 10.1089/hs.2021.0004
7. Hoth P, Roth J, Bieler D, et al. Education and training as a key enabler of successful patient care in mass-casualty terrorist incidents. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023;49(2):595–605. doi: 10.1007/s00068-023-02232-w
8. Wirken B, Barten DG, De Cauwer H et al Primary care as primary target: a review of terrorist attacks against primary care providers and their offices. *Prehosp Disaster Med.* 2022;37(4):451–454. doi: 10.1017/S1049023X22000954
9. Grijbovski AM, Unguryanu TN. Analysis of biomedical data using a statistical software package SPSS. Arkhangelsk: Izd-vo SGMU; 2017. EDN: YQUSOF
10. Kholmatoва KК, Grijbovski AM. Panel- and trend studies in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology).* 2016;(10):57–63. EDN: WQSIDR doi: 10.33396/1728-0869-2016-9-57-64

## ОБ АВТОРАХ

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

**Чернов Кирилл Александрович**, канд. мед. наук; ORCID: 0000-0002-7625-4432; eLibrary SPIN: 9224-7846; e-mail: kchernovmd@gmail.com

**Шуленин Николай Сергеевич**, канд. мед. наук, доцент; ORCID: 0009-0008-4567-9279; eLibrary SPIN: 3497-2982; e-mail: shulenin.ns@gmail.com

## AUTHORS' INFO

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

**Kirill A. Chernov**, MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0002-7625-4432; eLibrary SPIN: 9224-7846; e-mail: kchernovmd@gmail.com

**Nikolai Sergeevich Shulenin**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor; ORCID: 0009-0008-4567-9279; eLibrary SPIN: 3497-2982; e-mail: shulenin.ns@gmail.com

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634472>

# Особенности микроциркуляции крови в различных возрастных группах населения в зависимости от состояния урбоэкосистем

А.В. Дерюгина, Д.А. Данилова, Ю.А. Старателева, М.Н. Таламанова

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды, как экологических, так и обусловленных проживанием в урбанизированной густонаселённой среде, определяет развитие мер по защите здоровья населения. Гемодинамика микроциркуляторного русла играет значительную роль в поддержании тканевого гомеостаза, а нарушения морфофункциональных характеристик выявляются в большинстве случаев различных заболеваний. При этом на сегодняшний день не исследована динамика изменения микроциркуляции с возрастом в зависимости от проживания человека в различных урбанизированных экосистемах.

**Цель.** Изучить характер изменений микроциркуляторного русла в разных возрастных группах населения в зависимости от состояния урбоэкосистем, включая мегаполис и малый туристический город без выраженной промышленности.

**Материал и методы.** В исследовании принимали участие добровольцы из Нижнего Новгорода (мегаполиса с развитой промышленностью) и Семёнова (малого туристического города без выраженной промышленности). Добровольцы из данных населённых пунктов, различных по уровню антропогенной нагрузки и экологическому состоянию, были разделены на 3 возрастные группы: 1-я — 18–44 года; 2-я — 45–59 лет; 3-я — 60–74 года. Исследование микроциркуляции проводили методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАЗМА СТ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Россия). Оценивали амплитудно-частотные характеристики с вейвлет-анализом осцилляций кровотока.

**Результаты.** При сравнении амплитудно-частотных характеристик микроциркуляции 1-й группы мегаполиса и малого туристического города с невыраженной промышленностью не выявлено значительных различий. При этом анализ амплитудно-частотного спектра 2-й и 3-й групп выявил изменения реактивности структур микроциркуляторного русла в зависимости от возраста, которые носили определённые различия в зависимости от урбоэкосистемы. Межгрупповые различия в зависимости от урбоэкосистем регистрировали по значениям амплитуд эндотелиального ритма (Аэ), нейрогенного ритма (Ан), миогенным колебаниям (Ам) и амплитуде сердечного ритма (Ас). Когорта мегаполиса характеризовалась снижением Ан, Ам, Ас и увеличением Аэ во 2-й и 3-й группах. В когорте населения малого города изменение Ам не регистрировалось, тогда как было более выражено снижение Аэ и Ас во 2-й группе при последующем возрастании в 3-й возрастной группе Аэ, Ан, Ам и дальнейшем снижении Ас по сравнению с 1-й и 2-й возрастными группами. Показатель, характеризующий мощность притока крови в микроциркуляторное русло, уменьшался в 3-й возрастной группе мегаполиса.

**Заключение.** Анализ микроциркуляции методом ЛДФ позволил выявить включение различных механизмов регуляции микроциркуляции в зависимости состояния урбоэкосистем с наличием риска снижения адаптационных возможностей организма с увеличением возраста и при проживании в мегаполисе. Результаты исследования могут быть использованы для разработки мер по профилактике недостаточности тканевой перфузии в условиях различных урбоэкосистем.

**Ключевые слова:** урбоэкосистема; микроциркуляция; возраст; адаптация.

## Как цитировать:

Дерюгина А.В., Данилова Д.А., Старателева Ю.А., Таламанова М.Н. Особенности микроциркуляции крови в различных возрастных группах населения в зависимости от состояния урбоэкосистем // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 200–209. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634472>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634472>

# Features of blood microcirculation across different age groups in relation to urban ecosystem conditions

Anna V. Deryugina, Darya D. Danilova, Yulia A. Starateleva, Maria N. Talamanova

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Understanding adverse effects of environmental factors, including those associated with urbanization and high population density, are important for development of public health protection measures. The hemodynamics of the microcirculatory system plays a significant role in maintaining tissue homeostasis, with morphofunctional characteristics often present in most cases of diseases. However, there remains a lack of comprehensive research on the aging process and the effects of residing in different urban settings on microcirculation dynamics.

**AIM:** To study the changes in the microcirculatory system across different age groups, depending on the state of urban ecosystems, including a megalopolis and a small tourist city without significant industrial activity.

**MATERIAL AND METHODS:** The study involved volunteers from the industrial megalopolis of Nizhny Novgorod and the city of Semenov, a small tourist town without significant industrial activity. Volunteers from different areas, varying in terms of human activity and environmental conditions, were divided into three age groups: group 1: 18–44 years old, group 2: 45–59 years old, and group 3: 60–74 years old. Microcirculation was measured by laser Doppler flowmetry (LDF) using a laser capillary blood flow analyzer "LAZMA ST" (NPP LAZMA LLC, Russia). The amplitude-frequency characteristics were evaluated with a wavelet analysis of blood flow oscillations.

**RESULTS:** A comparison of the amplitude-frequency characteristics (frequency response) of microcirculation between the 1st group of a megalopolis and a small tourist city with minimal industrial activity did not reveal any significant differences. However, upon further analysis of the amplitude-frequency spectrum of groups 2 and 3, changes in the reactivity of microcirculatory structures were observed, depending on age and urban environment. Inter-group differences based on urban ecosystems were identified through variations in endothelial rhythm amplitudes (Ae), neurogenic rhythm (An), myogenic oscillations (Am), and heart rate amplitude (Ah). The megalopolis group exhibited a decrease in An, Am, and Ah, along with an increase in Ae in groups 2 and 3. In contrast, the small city population showed a decrease in Ae, An, and As in group 2, followed by an increase in Ae, An, Am in group 3, and a further decrease in As compared to age groups 1 and 2. Furthermore, the indicator reflecting the power of blood flow into the microcirculatory bed decreased in the 3rd age group of the megalopolis.

**CONCLUSION:** The analysis of microcirculation using the LDF method allows to identify the involvement of various mechanisms regulating microcirculation, depending on the condition of the agro-ecosystem and the presence of risk factors that reduce adaptive capacity with age and living in a megalopolis. The findings from this study can be used to develop measures to prevent tissue perfusion insufficiency in different urban environments.

**Keywords:** urban ecosystem; microcirculation; age; adaptation.

## To cite this article:

Deryugina AV, Danilova DD, Starateleva YuA, Talamanova MN. Features of blood microcirculation across different age groups in relation to urban ecosystem conditions. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):200–209. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634472>

Received: 21.07.2024

Accepted: 18.09.2024

Published online: 27.09.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634472>

# 血液微循环在不同年龄组的人口取决于城市生态系统的状态的特点

Anna V. Deryugina, Darya D. Danilova, Yulia A. Starateleva, Maria N. Talamanova

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

## 摘要

**理由。** 环境因素的不利影响，无论是环境还是生活在城市化人口稠密的环境中造成的因素，都决定了保护公众健康的措施的制定。微循环床的血流动力学在维持组织稳态中起着重要作用，并且在各种疾病的大多数情况下检测到形态功能特征的违反。与此同时，迄今为止，尚未研究微循环随年龄变化的动态，这取决于人类在各种城市化生态系统中的居住情况。

**目标。** 研究不同年龄组人口微循环床变化的性质，取决于城市生态系统的状态，包括一个特大城市和一个没有明显工业的小型旅游城市。

**材料和方法。** 这项研究涉及来自下诺夫哥罗德（一个拥有发达工业的特大城市）和 Semenov（一个没有明显工业的小型旅游城市）的志愿者。来自这些定居点的志愿者在人为负荷和环境条件方面有所不同，分为3个年龄组：1—18~44岁；2—45~59岁，3—60~74岁。使用激光毛细管血流分析仪“LAZMA ST”（NPP LAZMA LLC, Russia）通过激光多普勒血流仪（LDF）研究微循环。用血流振荡的小波分析评价了振幅-频率特性。

**结果。** 在比较第一组特大城市和一个小型旅游城市的微循环幅频特性时，没有发现显著差异。通过对第二组和第三组幅频谱的分析，发现微循环床结构的反应性随年龄的不同而发生变化，而微循环床结构的反应性随城市生态系统的不同而存在一定的差异。通过内皮节律振幅（Ae），神经源性节律（An），肌源性振荡（Am）和心率振幅（Ac）的值记录了取决于城市生态系统的组间差异。特大城市队列的特征在于Ah, Am, As的减少以及第2组和第3组Ae的增加。在一个小城市的人群中，Am没有变化，而Ae和As在第二组中有更明显的减少，其次是第三年龄组的Ae, An, Am增加，与第一和第二年龄组相比进一步减少。表征进入微循环床的血流功率的指标在特大城市的第三年龄组中下降。

**结论。** 通过LDF方法对微循环的分析，可以确定包括各种调节微循环的机制，这取决于城市生态系统的状态，随着年龄的增长和生活在特大城市时，身体的适应能力会降低。该研究结果可用于制定预防各种城市生态系统中组织灌注不全的措施。

**关键词：**城市生态系统；微循环；年龄；适应。

## 引用本文：

Deryugina AV, Danilova DD, Starateleva YuA, Talamanova MN. 血液微循环在不同年龄组的人口取决于城市生态系统的状态的特点. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):200–209. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634472>

收到: 21.07.2024

接受: 18.09.2024

发布日期: 27.09.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды базируется на уровне химического, физического и биологического загрязнения, что определяет приоритеты мер по защите здоровья населения [1]. Кроме экологических проблем, на состояние здоровья человека оказывают влияние факторы проживания в урбанизированной среде с высокой плотностью застройки, заселения, давления временного фактора, повышенной частоты вынужденных социальных контактов (общественный транспорт, метро), нарушение персонального пространства, затруднённая достижимость зон отдыха. Всё перечисленное характерно для мегаполисов и определяет развитие не только стрессов, роста неврозов, но и соматических заболеваний [2, 3]. Исследование показателей гомеостаза организма населения различных по состоянию урбозкосистем позволяет провести сравнительный анализ адаптационных приспособительных реакций в зависимости от экологических аспектов. В качестве прогностических и диагностических критериев в оценке общего функционального состояния организма целесообразно использовать параметры микроциркуляции, поскольку изменения в системе микроциркуляции крови коррелируют со сдвигами в центральной гемодинамике [4]. Кроме того, кровоток в микроциркуляторном русле подвержен колебаниям, которые отражают текущее функциональное состояние систем его регуляции [5]. В свою очередь, гемодинамика микроциркуляторного русла играет значительную роль в поддержании тканевого гомеостаза, а её изменения сопровождаются различными патологическими процессами [6]. Показано, что большое число заболеваний связано с теми или иными нарушениями отдельных звеньев микроциркуляции [7]. Микроциркуляторное русло состоит из артериол, венул и капилляров, которые регулируют микрососудистый кровоток эритроцитов для оптимального обеспечения тканей кислородом [8]. Для оценки микроциркуляторной перфузии в последние два десятилетия всё чаще используют лазерные методы [9]. Анализ амплитудно-частотного спектра позволяет изолированно оценивать вклад каждого звена микроциркуляции, принимающего участие в модуляции кровотока на уровне микрососудов [7]. При этом к активным факторам контроля микроциркуляции относят эндотелиальный, миогенный и нейрогенный механизмы регуляции просвета сосудов, определяющие поток крови со стороны сосудистой стенки, к пассивным осцилляциям относят дыхательные и сердечные механизмы, формирующиеся вне микроциркуляторного русла [10]. В результате взаимодействия активных и пассивных механизмов вырабатываются оптимальные гемодинамические параметры для транскапиллярного обмена [5]. Однако на сегодняшний день нет исследований того, как происходит изменение микроциркуляции в зависимости от проживания человека в экологически

загрязнённом мегаполисе и в малом городе с малым количеством промышленных предприятий. Представляет интерес анализ развивающихся процессов приспособления организма на уровне микроциркуляции в зависимости от состояния урбозкосистем. Данное направление исследований целесообразно с точки зрения раскрытия механизмов адаптации организма к различным условиям существования, кроме того, позволяет выявить возможные точки срыва адаптационных возможностей организма для разработки методов своевременной коррекции здоровья населения.

**Цель исследования.** Изучение амплитудно-частотных характеристик микроциркуляции разных возрастных групп населения в зависимости от состояния урбозкосистем, включая мегаполис и малый туристический город без выраженной промышленности.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Аналитическое поперечное исследование случайной выборки.

### Критерии соответствия

В исследование включены добровольцы, соответствующие плану исследования (возраст, проживание на территории исследуемого региона не менее пяти лет). У всех испытуемых не было системных или периферических сосудистых заболеваний, заболеваний соединительной ткани и дерматоза.

Из исследования были исключены добровольцы с вредными привычками, ожирением, психическими расстройствами и расстройствами поведения, беременностью.

### Условия проведения

Исследование проводили на базе Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

### Продолжительность исследования

Всем участникам исследования провели однократную регистрацию параметров микроциркуляции крови в коже при помощи лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), которую осуществляли лазерным анализатором капиллярного кровотока «ЛАЗМА СТ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Россия), позволяющим проводить комплексную оценку микроциркуляции.

### Описание медицинского вмешательства

ЛДФ-грамму записывали в первой половине дня в помещении с естественным освещением и температурой 21–22 °С. Обследуемые находились в положении сидя. После их 20-минутной акклиматизации в спокойном состоянии на кожу дистальных фаланг II пальцев кистей обеих рук фиксировали оптический волоконный зонд.

Установку зонда осуществляли без сдавления кожи. Запись сигнала выполняли в течение 5 мин.

### Основной исход исследования

Оценивали амплитудно-частотные характеристики отражённого сигнала. Для их расчёта использовали вейвлет-анализ осцилляций кровотока. Амплитуды эндотелиального, нейрогенного, миогенного, венолярного и сердечного ритмов оценивали по максимальным значениям осцилляций кровотока ( $A_{\max}$ , пф. ед) в соответствующих частотных диапазонах.

Сумму ( $\Sigma A_{\max}$ ) в эндотелиальном, нейрогенном, миогенном и сердечном частотных диапазонах расценивали как мощность механизмов, обеспечивающих приток крови в микроциркуляторное русло по формуле [11]:

$$\Sigma A_{\max} = A_{\Sigma} + A_n + A_m + A_s,$$

где  $A_{\Sigma}$  — амплитуды колебаний перфузии в эндотелиальном диапазоне,  $A_n$  — амплитуды колебаний перфузии в нейрогенном диапазоне,  $A_m$  — амплитуды колебаний перфузии в миогенном диапазоне,  $A_s$  — амплитуды колебаний перфузии в сердечном диапазоне.

### Анализ в группах

В исследовании принимали участие 60 добровольцев из Нижнего Новгорода (мегаполиса с развитой промышленностью) и 60 добровольцев из Семёнова (малого туристического города без выраженной промышленности). Все обследуемые были информированы и дали согласие на включение в исследование. Согласно классификации ВОЗ, обе выборки были подразделены на 3 возрастные группы: 1-я — 18–44 года; 2-я — 45–59 лет; 3-я — 60–74 года. Каждая группа включала по 20 человек и была сопоставима по полу и соматометрическим показателям (табл. 1).

### Методы регистрации исходов

Регистрацию показателей ЛДФ осуществляли с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАЗМА СТ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Россия), позволяющего проводить комплексную оценку микроциркуляции.

### Этическая экспертиза

Протокол исследования не проходил рассмотрение и не был одобрен этическим комитетом. Каждый респондент дал добровольное письменное согласие на обработку персональных данных в ходе исследования.

### Статистический анализ

Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью пакетов прикладных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel с использованием методов одномерной статистики. Результаты представлены в виде  $M \pm SEM$ , где  $M$  — среднее арифметическое,  $SEM$  — стандартная ошибка среднего. Для проверки гипотезы о виде распределения применяли метод Шапиро–Уилка. Статистические закономерности изучали с применением параметрического (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони) метода статистики. Различия считали статистически значимыми при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Объекты исследования

Группу условно здоровых добровольцев составили мужчины и женщины 18–74 лет из двух населённых пунктов (60 добровольцев из Нижнего Новгорода и 60 добровольцев из Семёнова), которые были разделены в каждой выборке на три возрастные группы по 20 человек: 1-я — 18–44 года; 2-я — 45–59 лет; 3-я — 60–74 года. Соотношение лиц мужского и женского пола было примерно одинаковым. Жители Нижнего Новгорода — 33 (55%) мужчины и 27 (45%) женщин в возрасте от 18 до 72 лет; жители Семёнова — 32 (54%) мужчины и 28 (46%) женщин в возрасте от 18 до 74 лет.

### Основные результаты исследования

Анализ амплитудно-частотных показателей микроциркуляции населения мегаполиса показал, что во 2-й возрастной группе значения амплитуды эндотелиального ритма увеличились на 52%, тогда как в 3-й группе данный

**Таблица 1.** Соматометрическая, половая и возрастная характеристика добровольцев исследуемых выборок

**Table 1.** The somatometric, gender, and age characteristics of the volunteers in the studied samples

Группа Group	Пол (м/ж), % Gender (M/F), %	Возраст, лет Age (years)	ИМТ, кг/м <sup>2</sup> BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Рост, см Height (cm)
1-я выборка (добровольцы из Нижнего Новгорода)   1 sample (volunteers from Nizhny Novgorod)				
1	50/50	29,5±2,2	26,1±1,3	173,4±6,7
2	57/43	49,5±2,8	27,5±2,3	169,4±9,3
3	56/44	65,5±2,0	25,8±1,9	163,2±10,5
2-я выборка (добровольцы из Семёнова)   2 sample (volunteers from Semenov)				
1	50/50	31,5±4,5	25,3±1,8	175,4±10,2
2	55/45	48,8±3,6	26,9±2,6	171,8±7,9
3	55/45	64,7±5,1	26,2±1,6	166,4±8,6

показатель уменьшился на 28% относительно значений 2-й группы. Амплитуда нейрогенных колебаний значительно уменьшилась как во 2-й, так и в 3-й группе на 16% и 39% относительно значений 1-й группы соответственно. Амплитуда миогенных колебаний во 2-й группе снизилась на 28% и в 3-й группе — на 42% относительно значений 1-й группы. Значения показателя веноулярного ритма были сопоставимы во всех группах. Значения амплитуды кардиоритма уменьшились на 38% во 2-й группе и на 27% — в 3-й группе относительно значений 1-й группы (табл. 2).

Результаты спектрального анализа колебаний микрокровотока у добровольцев малого туристического города показали снижение амплитуд эндотелиального, нейрогенного и сердечного компонентов во 2-й группе на 36%, 37% и 33% соответственно относительно показателей 1-й группы (табл. 3). В 3-й группе регистрировался рост амплитуд колебаний кровотока в эндотелиальном, нейрогенном

и миогенном спектрах флуксуций относительно 1-й и 2-й групп с дальнейшим снижением кардиального ритма.

Таким образом, при сравнении осцилляций кровотока у добровольцев малого туристического города с невыраженной промышленностью и мегаполиса не выявлено значимых различий показателей в 1-й возрастной группе, тогда как динамика изменений амплитудно-частотных характеристик микроциркуляции от 1-й к 3-й возрастной группе между данными выборками населения носила различный характер. Межгрупповые различия в аналогичных возрастных когортах мегаполиса и малого города показали, что между группами с возрастом 45–59 лет (2-я группа) регистрировались выраженные различия по значениям амплитуд эндотелиального ритма и миогенным колебаниям при однонаправленном снижении амплитуд нейрогенного и сердечного компонентов. В группе 60–74 года (3-я группа) между двумя исследуемыми

**Таблица 2.** Амплитудно-частотные характеристики микроциркуляции в разных возрастных группах населения мегаполиса

**Table 2.** Amplitude-frequency characteristics of microcirculation in different age groups in the megalopolis

Показатель Indicator	Исследуемая группа   Study group		
	1	2	3
Аэ, пф. ед   Ae, perfusion units	0,88±0,19	1,34±0,22*	1,24±0,17*
Ан, пф. ед   An, perfusion units	0,93±0,10	0,78±0,11*	0,57±0,10**
Ам, пф. ед   Am, perfusion units	0,78±0,11	0,56±0,10*	0,46±0,06*
Ав, пф. ед   Av, perfusion units	0,34±0,03	0,35±0,06	0,38±0,10
Ас, пф. ед   Ac, perfusion units	1,54±0,06	1,06±0,08*	1,13±0,07*

*Примечание:* Аэ — амплитуда эндотелиального ритма; Ан — амплитуда нейрогенного ритма; Ам — амплитуда миогенного ритма; Ав — амплитуда веноулярного ритма; Ас — амплитуда сердечного ритма. \*  $p < 0,05$  — статистическая значимость по отношению к 1-й группе; \*\*  $p < 0,05$  — статистическая значимость показателей 3-й группы ко 2-й группе.

*Note:* Ae is the amplitude of the endothelial rhythm; An is the amplitude of the neurogenic rhythm; Am is the amplitude of the myogenic rhythm; Av is the amplitude of the venular rhythm; Ac is the amplitude of the cardiac rhythm. \*  $p < 0.05$ , statistically significant difference compared to group 1; \*\*  $p < 0.05$ , statistically significant difference between indicators of group 3 and group 2.

**Таблица 3.** Амплитудно-частотные характеристики микроциркуляции в разных возрастных группах населения малого туристического города

**Table 3.** Amplitude-frequency characteristics of microcirculation in different age groups in the small tourist town

Показатель Indicator	Исследуемая группа   Study group		
	1	2	3
Аэ, пф. ед   Ae, perfusion units	1,01±0,46	0,65±0,08*	1,46±0,09**
Ан, пф. ед   An, perfusion units	1,14±0,27	0,72±0,14*	1,38±0,12**
Ам, пф. ед   Am, perfusion units	0,81±0,07	1,03±0,28	1,14±0,14*
Ав, пф. ед   Av, perfusion units	0,39±0,08	0,42±0,11	0,47±0,14
Ас, пф. ед   Ac, perfusion units	1,46±0,17	0,96±0,11*	0,89±0,09*

*Примечание:* Аэ — амплитуда эндотелиального ритма; Ан — амплитуда нейрогенного ритма; Ам — амплитуда миогенного ритма; Ав — амплитуда веноулярного ритма; Ас — амплитуда сердечного ритма. \*  $p < 0,05$  — статистическая значимость по отношению к 1-й группе; \*\*  $p < 0,05$  — статистическая значимость показателей 3-й группы ко 2-й группе.

*Note:* Ae is the amplitude of the endothelial rhythm; An is the amplitude of the neurogenic rhythm; Am is the amplitude of the myogenic rhythm; Av is the amplitude of the venular rhythm; Ac is the amplitude of the cardiac rhythm. \*  $p < 0.05$ , statistically significant difference compared to group 1; \*\*  $p < 0.05$ , significant difference between indicators of group 3 and group 2.

**Таблица 4.** Показатель мощности притока крови в разных возрастных группах населения мегаполиса и малого туристического города  
**Table 4.** An indicator of the blood flow rate in different age groups of the population in the megalopolis and the small tourist town

Показатель Indicator	Исследуемая группа   Study group		
	1	2	3
$\Sigma A_{\max}$ пф.ед			
Мегаполис   Megalopolis	4,14± 0,31	3,74± 0,51	3,40± 0,42*
Малый город   Small tourist town	4,41± 0,48	3,36± 0,59	4,87± 0,38**

\*  $p < 0,05$  — статистическая значимость по отношению к 1-й группе; \*\*  $p < 0,05$  — статистическая значимость показателей 3-й группы ко 2-й группе.

\*  $p < 0,05$ , statistically significant difference compared to group 1; \*\*  $p < 0,05$ , significant difference between indicators of group 3 and group 2.

выборками сохранялось однонаправленное изменение амплитуды сердечного компонента, которая характеризовалась снижением показателя, что сопровождалось ростом эндотелиального компонента в обеих выборках и разнонаправленным изменением амплитуд нейрогенного и миогенного ритмов.

Показатель, характеризующий мощность притока крови в микроциркуляторное русло, уменьшался в 3-й возрастной группе мегаполиса. У когорты населения малого города наблюдалась тенденция к снижению показателя во 2-й возрастной группе с последующим восстановлением в 3-й группе до уровня 1-й возрастной группы (табл. 4).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты спектрального анализа свидетельствуют о разных механизмах регуляции кровотока на уровне микроциркуляции в различных урбанизированных экосистемах. При этом с возрастом, как в мегаполисе, так и в малом туристическом городе, повышается выраженность активных механизмов регуляции, таких факторов контроля, как эндотелиальный, нейрогенный и миогенный. Природа нейрогенного тонуса связана с активностью адренорецепторов и отчасти гладкомышечными клетками.

Понижение амплитуды нейрогенных колебаний означает повышение нейрогенного тонуса, и наоборот. Понижение амплитуды миогенных колебаний означает повышение миогенного тонуса, и наоборот [12]. Следовательно, снижение данных компонентов у обследуемых 2-й и 3-й групп мегаполиса определяется повышением миогенного и нейрогенного тонуса и свидетельствует о вазоконстрикции сосудов, которая усиливается к 3-й группе, то есть с увеличением возраста обследуемых. Уменьшение вазомоторных амплитуд вызвано повышением мышечного сопротивления и, как следствие, определяет снижение нутритивного кровотока [13]. Следует отметить, что на этом фоне у жителей мегаполиса во 2-й и 3-й группах зарегистрировано увеличение амплитуды эндотелиального ритма, что сочеталось с противоположной амплитудой сердечного ритма, которая уменьшалась во 2-й и 3-й возрастных группах по отношению к 1-й группе. Полученные данные свидетельствуют о повышении функциональной

активности эндотелия, что связано с релаксирующим фактором оксида азота [14], тогда как величина сердечного ритма позволяет косвенно судить о величине просвета и, соответственно, тонусе крупных артериол [4]. Поскольку диагностическое значение эндотелиальных колебаний заключается в оценке эндотелиальной дисфункции [15] и считается, что дисфункцию эндотелия можно рассматривать как одно из основных клеточных событий, ответственных за гемодинамический коллапс, наблюдаемый при состояниях шока [16], и именно она связана с нарушением барьерной функции сосудов [17], вероятно, выявленный рост амплитуды эндотелиального ритма является компенсаторным механизмом, направленным на повышение перфузии на фоне повышения тонуса сосудов и уменьшения вследствие этого притока крови в микрососудистое русло, в противном случае увеличение тонуса резистивных сосудов и выраженная активация симпатических вазомоторных волокон могли бы уменьшить эффективность микрогемодинамики [18]. Этот факт подтверждает выявленное снижение показателя мощности притока крови в микрососуды с возрастом в выборке обследуемых мегаполиса.

В свою очередь, у жителей малого города при старении отмечено увеличение амплитуд эндотелиального ритма, миогенных и нейрогенных колебаний в 3-й возрастной группе, что свидетельствует не только об увеличении эндотелий-зависимой вазодилатации, выявленной у жителей мегаполиса, но и об уменьшении активности адренорецепторов, снижении тонуса гладкомышечных клеток и отсутствии признаков спазмирования артериол. Данная направленность механизмов регуляции кровотока сопровождается увеличением мощности притока крови в микроциркуляцию.

## Ограничения исследования

Ограничения исследования связаны с анализом механизмов регуляции только микрогемодинамики функционирования сердечно-сосудистой системы в зависимости от влияния условий урбанизированной среды и экологических факторов. В этой связи планируется дальнейшее исследование прогностических и диагностических критериев центральной гемодинамики и выявление её

корреляционной зависимости от изменения параметров микроциркуляции в различных возрастных группах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характер изменений микроциркуляторного русла разных возрастных групп населения в зависимости от состояния урбозкосистем, включая мегаполис и малый туристический город без выраженной промышленности, свидетельствует о снижении амплитуды пассивных колебаний сердечного генеза с увеличением возраста обследуемых, указывая на снижение вклада внешних факторов управления флуксуциями кровотока. При этом происходит повышение нагрузки на активные звенья регуляции микроциркуляции, связанные с обеспечением и поддержанием микроперфузии тканей. Вазоконстрикция, вызванная повышением активности симпатического звена вегетативной нервной системы, регистрируется в обеих выборках во 2-й группе (45–59 лет) и усиливается при старении у жителей мегаполиса. В выборке добровольцев мегаполиса наблюдается увеличение амплитуды эндотелий-зависимых колебаний, что может указывать на повышение продукции основного вазодилататора — оксида азота. Однако данных механизмов регуляции, по всей видимости, оказывается недостаточно для обеспечения нормализации микроциркуляции при старении, о чём свидетельствует постепенное снижение мощности притока крови в микроциркуляторное русло от 1-й к 3-й группе у жителей мегаполиса. В популяции добровольцев малого туристического города в 3-й возрастной группе происходит дополнительное увеличение нейрогенных колебаний, что обеспечивает приток дополнительного объёма крови в систему микроциркуляции. Амплитуда миогенных колебаний, по величине которой оценивается работа прекапиллярных сфинктеров, и, косвенно, количество функционирующих капилляров, также увеличивается с возрастом в популяции добровольцев малого туристического города. На этом фоне повышается приток крови в микроциркуляцию, что, по всей видимости, показывает эффективность адаптационных процессов организма, которые, вероятно, обусловлены работой активных механизмов регуляции,

определяемых локальными физиологическими потребностями тканей организма.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** А.В. Дерюгина — разработка концепции и плана исследования, анализ данных и выводы; Д. А. Данилова — сбор и анализ данных; Ю.А. Старателева, М.Н. Таламанова — подготовка рукописи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Источник финансирования.** Научное исследование проведено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание FSWR-2023-0032, 2023–2025).

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

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

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution.** A.V. Deryugina — development of the concept and research plan, data analysis and conclusions; D.A. Danilova — data collection and analysis; Yu.A. Starateleva, M.N. Talamanova — preparation of the manuscript. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

**Funding source.** This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (state assignment FSWR-2023-0032, 2023–2025).

**Competing interests.** The authors declare no obvious or potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Patients' consent.** Written consent was obtained from all the study participants before the study initiation according to the study protocol approved by the local ethics committee.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревич Б.А. Экологические приоритеты и здоровье: социально уязвимые территории и группы населения // Экология человека. 2010. № 7. С. 3–9. EDN: MTVYKN
2. Филиппова О.Е., Щёголева Л.С., Шашкова Е.Ю., Добродеева Л.К. Иммунологическая реактивность у жительниц мегаполиса // Экология человека. 2021. Т. 28, № 1. С. 11–16. EDN: YNPPRD doi: 10.33396/1728-0869-2021-1-11-16
3. Розанов В.А., Лаская Д.А., Радионов Д.С., Руженкова В.В. Психосоциальный стресс, испытываемый современными студентами вузов, и его последствия: фактор мегаполиса // Экология человека. 2023. Т. 30, № 11. С. 805–820. EDN: DQOUPY doi: 10.17816/humeco622862
4. Чуян Е.Н., Ананченко М.Н. Индивидуально-типологические особенности процессов микроциркуляции: влияние низкоинтенсивного миллиметрового излучения // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: Биология. Химия. 2009. Т. 22, № 4. С. 236–254. EDN: XHSMHR
5. Федорович А.А. Функциональное состояние регуляторных механизмов микроциркуляторного кровотока в норме и при артериальной гипертензии по данным лазерной доплеровской флоуметрии // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2010. Т. 9, № 1. С. 49–60. EDN: MUHMTT doi: 10.24884/1682-6655-2010-9-1-49-60

6. Чуян Е.Н., Трибрат Н.С., Джелдубаева Э.Р. Изменение кожной микроциркуляции в ответ на воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60, № 9. С. 605–609. EDN: GRLLCE doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-9-605-609
7. Бархатов И.В. Оценка системы микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии // Клиническая медицина. 2013. Т. 91, № 11. С. 21–27. EDN: RSHRQT
8. Guven G, Hilty M.P., Ince C. Microcirculation: physiology, pathophysiology, and clinical application // *Blood Purif.* 2020. Vol. 49, N 1-2. P. 143–150. doi: 10.1159/000503775
9. Roustit M, Cracowski J.L. Non-invasive assessment of skin microvascular function in humans: an insight into methods // *Microcirculation.* 2012. Vol. 19, N 1. P. 47–64. doi: 10.1111/j.1549-8719.2011.00129.x
10. Крупаткин А.И. Колебания кровотока — новый диагностический язык в исследовании микроциркуляции // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2014. Т. 13, № 1. С. 83–99. EDN: SAHYCN doi: 10.24884/1682-6655-2014-13-1-83-99
11. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. М.: Медицина, 2005. EDN: QLLIIZ
12. Бокерия О.Л., Куулар А.М. Оценка влияния низкоинтенсивных электромагнитных полей на эндотелиальную функцию у больных с хронической сердечной недостаточностью // Саратовский научно-медицинский журнал. 2014. Т. 10, № 1. С. 86–92. EDN: SJGXIZ
13. Чуян Е.Н., Раваева М.Ю., Трибрат Н.С. Низкоинтенсивное электромагнитное излучение миллиметрового диапазона: влияние на процессы микроциркуляции // Физика живого. 2008. Т. 16, № 1. С. 82–90. EDN: SCDABP
14. Kvandal P., Stefanovska A., Veber M., et al. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, iontophoresis, and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandins // *Microvasc Res.* 2003. Vol. 65, N 3. P. 160–171. doi: 10.1016/s0026-2862(03)00006-2
15. Ince C., Mayeux P.R., Nguyen T., et al. The endothelium in sepsis // *Shock.* 2016. Vol. 45, N 3. P. 259–270. doi: 10.1097/SHK.0000000000000473
16. Guerci P., Ergin B., Uz Z., et al. Glycocalyx degradation is independent of vascular barrier permeability increase in nontraumatic hemorrhagic shock in rats // *Anesth Analg.* 2019. Vol. 129, N 2. P. 598–607. doi: 10.1213/ANE.0000000000003918
17. Jhanji S., Stirling S., Patel N., et al. The effect of increasing doses of norepinephrine on tissue oxygenation and microvascular flow in patients with septic shock // *Crit Care Med.* 2009. Vol. 37, N 6. P. 1961–1966. doi: 10.1097/CCM.0b013e3181a00a1c
18. Dubin A., Pozo M.O., Casabella C.A., et al. Increasing arterial blood pressure with norepinephrine does not improve microcirculatory blood flow: a prospective study // *Crit Care.* 2009. Vol. 13, N 3. P. R92. doi: 10.1186/cc7922

## REFERENCES

1. Revich BA. Environmental priorities and public health: socially vulnerable territories and population groups. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2010;(7):3–9. EDN: MTVYKN
2. Philippova OE, Shchegoleva LS, Shashkova EYu, Dobrodeeva LK. Immunological reactivity in megapolis residents. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021;28(1):11–16. EDN: YNPPRD doi: 10.33396/1728-0869-2021-1-11-16
3. Rozanov VA, Laskaja DA, Radionov DS, Ruzhenkova VV. Psychosocial stress and its consequences among modern university students: the megapolis factor. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(11):805–820. EDN: DQOUPY doi: 10.17816/humeco622862
4. Chuyan EN, Ananchenko MN. Individually-tipological features of processes of microblood circulation: influencing of lowintensity electromagnetic radiation of the millimetric range. *Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. Series: Biology, Chemistry.* 2009;22(4):236–254. (In Russ.) EDN: XHSMHR
5. Fedorovich AA. The functional state of regulatory mechanisms of the microcirculatory blood flow in normal conditions and in arterial hypertension according to laser doppler flowmetry. *Regional Blood Circulation and Microcirculation.* 2010;9(1):49–60. EDN: MUHMTT doi: 10.24884/1682-6655-2010-9-1-49-60
6. Chuyan EN, Tribрат NS, Dzheldubayeva ER. Changes in skin microcirculation in response to low-intensity electromagnetic radiation of the millimeter range. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology.* 2020;60(9):605–609. EDN: GRLLCE doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-9-605-609
7. Barkhatov IV. Assessment of the microcirculation system by laser Doppler flowmetry. *Clinical Medicine (Russian Journal).* 2013;91(11):21–27. EDN: RSHRQT
8. Guven G, Hilty MP, Ince C. Microcirculation: physiology, pathophysiology, and clinical application. *Blood Purif.* 2020;49(1-2):143–150. doi: 10.1159/000503775
9. Roustit M, Cracowski JL. Non-invasive assessment of skin microvascular function in humans: an insight into methods. *Microcirculation.* 2012;19(1):47–64. doi: 10.1111/j.1549-8719.2011.00129.x
10. Krupatkin AI. Blood flow oscillations — new diagnostic language in microvascular research. *Regional Blood Circulation and Microcirculation.* 2014;13(1):83–99. EDN: SAHYCN doi: 10.24884/1682-6655-2014-13-1-83-99
11. Krupatkin AI, Sidorov VV. Laser Doppler Flowmetry of Blood Microcirculation. Moscow: Meditsina; 2005. (In Russ.) EDN: QLLIIZ
12. Bokeria OL, Kuular AM. Influence of low-intensity electromagnetic fields on endothelial function in patients with chronic heart failure. *Saratov Journal of Medical Scientific Research.* 2014;10(1):86–92. (In Russ.) EDN: SJGXIZ
13. Chuyan EN, Tribрат NS, Ravaeva MU. Change of processes of microcirculation at influence of lowintensity electromagnetic radiation of the millimetric range. *Physics of the Alive.* 2008;16(1):82–90. (In Russ.) EDN: SCDABP
14. Kvandal P, Stefanovska A, Veber M, et al. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, iontophoresis, and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandins. *Microvasc Res.* 2003;65(3):160–171. doi: 10.1016/s0026-2862(03)00006-2
15. Ince C, Mayeux PR, Nguyen T, et al. The endothelium in sepsis. *Shock.* 2016;45(3):259–270. doi: 10.1097/SHK.0000000000000473
16. Guerci P, Ergin B, Uz Z, et al. Glycocalyx degradation is independent of vascular barrier permeability increase in nontraumatic

hemorrhagic shock in rats. *Anesth Analg.* 2019;129(2):598–607. doi: 10.1213/ANE.0000000000003918

17. Jhanji S, Stirling S, Patel N, et al. The effect of increasing doses of norepinephrine on tissue oxygenation and microvascular flow in patients with septic shock. *Crit Care Med.* 2009;37(6):1961–1966. doi: 10.1097/CCM.0b013e3181a00a1c

18. Dubin A, Pozo MO, Casabella CA, et al. Increasing arterial blood pressure with norepinephrine does not improve microcirculatory blood flow: a prospective study. *Crit Care.* 2009;13(3):R92. doi: 10.1186/cc7922

## ОБ АВТОРАХ

**\*Данилова Дарья Андреевна;**

адрес: 603022, Россия, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, к. 1;  
ORCID: 0000-0002-7511-5123;  
eLibrary SPIN: 2939-0350;  
e-mail: danilovad.a@mail.ru

**Дерюгина Анна Вячеславовна;**

ORCID: 0000-0001-8812-8559;  
eLibrary SPIN: 7974-4600;  
e-mail: derugina69@yandex.ru

**Юлия Андреевна Старателева;**

ORCID: 0009-0006-5234-5985;  
eLibrary SPIN: 9728-1346;  
e-mail: sua13@mail.ru

**Мария Николаевна Таламанова;**

ORCID: 0000-0003-0512-6940;  
eLibrary SPIN: 6829-3131;  
e-mail: manjatal@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

**\*Darya A. Danilova;**

address: 23, k. 1 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod, 603022, Russia;  
ORCID: 0000-0002-7511-5123;  
eLibrary SPIN: 2939-0350;  
e-mail: danilovad.a@mail.ru

**Anna V. Deryugina;**

ORCID: 0000-0001-8812-8559;  
eLibrary SPIN: 7974-4600;  
e-mail: derugina69@yandex.ru

**Yulia A. Starateleva;**

ORCID: 0009-0006-5234-5985;  
eLibrary SPIN: 9728-1346;  
e-mail: sua13@mail.ru

**Maria N. Talamanova;**

ORCID: 0000-0003-0512-6940;  
eLibrary SPIN: 6829-3131;  
e-mail: manjatal@yandex.ru

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634858>

# Фактическая распространённость ожирения и его связь с медико-социальными факторами среди работающего населения Саратовской области

В.Н. Долич<sup>1</sup>, Н.Е. Комлева<sup>1,2</sup>, М.В. Поздняков<sup>1,2</sup>, С.И. Мазиллов<sup>1</sup>, И.В. Заикина<sup>1</sup>, И.Н. Луцевич<sup>1,2</sup><sup>1</sup> Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Саратов, Россия;<sup>2</sup> Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, Саратов, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Ожирение относится к распространённой мультифакториальной патологии и вносит существенный вклад в развитие других хронических неинфекционных заболеваний, которые являются ведущими причинами преждевременной смертности во всем мире. Тенденции к росту заболеваемости ожирением обусловлены широким спектром поведенческих, медико-социальных и биологических факторов.

**Цель.** Оценка фактической распространённости ожирения среди работающего населения Саратовской области и его связь с медико-социальными факторами.

**Материал и методы.** В рамках поперечного исследования изучена распространённость ожирения среди 3721 работающего с учётом медико-социальных факторов (пол, возраст, уровень образования, место проживания, уровень физической активности, наличие факторов метаболического синдрома). Для статистического анализа применяли язык программирования R. Вероятность развития ожирения с учётом наличия или отсутствия определённых факторов выявляли с помощью построения модели пробит-регрессии.

**Результаты.** Данные одномерного анализа показали связь ожирения со следующими медико-социальными факторами: пол, возраст, уровень образования, тяжесть труда, уровень физической активности, а также с факторами метаболического синдрома. Результаты регрессионного анализа свидетельствуют о том, что среди мужчин, занимающихся тяжёлым трудом, и среди женщин с высшим образованием ожирение встречается статистически значимо реже. И в общей группе участников исследования, и в группе мужчин регрессионный анализ показал наличие положительной связи ожирения с показателем окружности талии, превышающим норму, гипергликемией, низким уровнем ЛПВП и артериальной гипертензией, которые являются маркерами кардиометаболического риска; в группе женщин — с показателем окружности талии, превышающим норму, и артериальной гипертензией; во всех группах наблюдения отсутствует связь ожирения с уровнем триглицеридов. Исследование имеет региональные (Саратовская область), возрастные (трудоспособное население) и профессиональные (работающее население) ограничения.

**Заключение.** На репрезентативной выборке работающего населения Саратовской области установлены особенности распространения ожирения среди мужчин и женщин в разных возрастных категориях, определены приоритетные медико-социальные факторы риска развития ожирения. Вероятность повышенного процентного содержания жировой массы среди лиц с оптимальной и избыточной массой тела обуславливает необходимость учитывать это с целью профилактики и минимизации кардиометаболических рисков. Полученные данные целесообразно использовать при разработке профилактических мероприятий в рамках корпоративных программ, направленных на сохранение здоровья, качества жизни и профессионального трудового долголетия работающего населения.

**Ключевые слова:** ожирение; работающее население; кардиометаболический риск; биоимпедансометрия; ИМТ.

## Как цитировать:

Долич В.Н., Комлева Н.Е., Поздняков М.В., Мазиллов С.И., Заикина И.В., Луцевич И.Н. Фактическая распространённость ожирения и его связь с медико-социальными факторами среди работающего населения Саратовской области // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 210–220.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634858>

Рукопись поступила: 05.08.2024

Рукопись одобрена: 18.09.2024

Опубликована online: 25.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634858>

# Actual prevalence of obesity and its correlation with medical and social factors among the employed population in the Saratov region

Vladimir N. Dolich<sup>1</sup>, Nataliia E. Komleva<sup>1,2</sup>, Michail V. Pozdnyakov<sup>1,2</sup>,  
Svyatoslav I. Mazilov<sup>1</sup>, Inna V. Zaikina<sup>1</sup>, Igor N. Lutceovich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Saratov Hygiene Medical Research Center, Saratov, Russia;

<sup>2</sup> Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Obesity is a common, multifactorial disease that significantly contributes to other chronic noncommunicable diseases, which are the leading causes of premature mortality worldwide. The observed increase in the prevalence of obesity is attributable to a wide range of behavioral, medical, social, and biological factors.

**AIM:** To assess of the actual prevalence of obesity among the employed population in the Saratov region and its correlation with medical and social factors.

**MATERIAL AND METHODS:** A cross-sectional study was conducted to assess the prevalence of obesity among 3,721 employees, evaluating a range of medical and social factors, including sex, age, education, place of residence, physical activity, and risk factors for metabolic syndrome. The R programming language was used for statistical analysis. A probit regression model was created to determine the probability of obesity based on the presence or absence of specific factors.

**RESULTS:** A univariate analysis demonstrated a correlation between obesity and a number of medical and social factors, including sex, age, education, labor intensity, physical activity, and the risk factors for metabolic syndrome. A regression analysis revealed a lower prevalence of obesity among males engaged in physically demanding work and among females with a university degree. A regression analysis demonstrated a positive correlation between obesity and the markers of cardiometabolic risk, including an above-normal waist circumference, hyperglycemia, low HDL, and hypertension, in the overall study population and male participants. In the female cohort, the analysis identified an above-normal waist circumference and hypertension as correlates of obesity. The notable finding was that triglyceride levels were not associated with obesity in any of the groups. The study had several limitations, including those related to region (the Saratov region), age (working-age population), and occupational status (employed population).

**CONCLUSION:** A representative sample of the employed population in the Saratov region was used to establish the obesity prevalence patterns among males and females in various age groups. Additionally, the study identified the major medical and social risk factors for obesity. It is essential to consider the probability of a high body fat percentage among individuals with normal body weight and those who are overweight to prevent and mitigate cardiometabolic risks. The findings of this study are potentially beneficial for the creation of preventative strategies integrated into employee wellness initiatives focused on maintaining the wellbeing, quality of life and professional longevity of the employed population.

**Keywords:** obesity; employed population; cardiometabolic risk; bioelectrical impedance analysis; BMI.

## To cite this article:

Dolich VN, Komleva NE, Pozdnyakov MV, Mazilov SI, Zaikina IV, Lutceovich IN. Actual prevalence of obesity and its correlation with medical and social factors among the employed population in the Saratov region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):210–220.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634858>

Received: 05.08.2024

Accepted: 18.09.2024

Published online: 21.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634858>

# 萨拉托夫州在职人口中肥胖的实际流行率及其与医疗社会因素的关联

Vladimir N. Dolich<sup>1</sup>, Nataliia E. Komleva<sup>1,2</sup>, Michail V. Pozdnyakov<sup>1,2</sup>,  
Svyatoslav I. Mazilov<sup>1</sup>, Inna V. Zaikina<sup>1</sup>, Igor N. Lutceovich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Saratov Hygiene Medical Research Center, Saratov, Russia;

<sup>2</sup> Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia

## 摘要

**背景。**肥胖是一种常见的多因素病理，对其他慢性非传染性疾病的发展具有重要影响，这些疾病是全球过早死亡的主要原因。肥胖发病率的增长趋势由广泛的行为、医疗社会和生物因素引起。

**研究目的。**评估萨拉托夫州在职人口中的实际肥胖流行率及其与医疗社会因素的关联。

**材料和方法。**在横断面研究中，调查了3721名在职人员的肥胖情况，并考虑了医疗社会因素（性别、年龄、教育水平、居住地、身体活动水平和代谢综合征因素）。使用R编程语言进行统计分析。通过建立概率回归模型评估在考虑某些因素存在或不存在的条件下肥胖发展的可能性。

**结果。**单因素分析数据显示，肥胖与以下医疗社会因素有关：性别、年龄、教育水平、工作强度、身体活动水平以及代谢综合征因素。回归分析结果表明，从事重体力劳动的男性和具有高等教育的女性肥胖发生率显著较低。在总体参与者组和男性组中，回归分析表明肥胖与腰围超标、高血糖、低高密度脂蛋白胆固醇水平和高血压呈正相关，这些都是心脏代谢风险的标志；在女性组中，肥胖与腰围超标和高血压呈正相关；在所有观察组中，肥胖与甘油三酯水平无关。本研究具有地区（萨拉托夫州）、年龄（劳动人口）和职业（在职人口）的限制。

**结论。**在萨拉托夫州在职人群的代表性样本中，确立了不同年龄段男性和女性的肥胖分布特征，并确定了导致肥胖发展的优先医疗社会风险因素。对于体重正常和超重人群中的高脂肪含量的可能性，需要在预防和减少心脏代谢风险时加以考虑。所得数据可用于制定旨在保护健康、提高生活质量和延长在职人口职业寿命的企业预防计划。

**关键词：**肥胖；在职人口；心脏代谢风险；生物电阻抗测量；BMI。

## 引用本文：

Dolich VN, Komleva NE, Pozdnyakov MV, Mazilov SI, Zaikina IV, Lutceovich IN. 萨拉托夫州在职人口中肥胖的实际流行率及其与医疗社会因素的关联. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):210–220. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco634858>

收到: 05.08.2024

接受: 18.09.2024

发布日期: 21.10.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Ожирение является одной из наиболее распространённых мультифакториальных патологий и вносит существенный вклад в развитие других хронических неинфекционных заболеваний (заболевания сердечно-сосудистой системы, инсульт, сахарный диабет 2-го типа, онкологические заболевания и пр.), которые являются ведущими причинами преждевременной смертности во всем мире [1]. Высокую актуальность имеет рост заболеваемости ожирением среди работающего населения, так как снижение производительности труда, затраты на лечение последствий ожирения создают серьёзную нагрузку на экономику государства [2]. Несмотря на активное внедрение различных стратегий и государственных программ [3], целью которых является оздоровление различных слоёв населения, показатели заболеваемости ожирением продолжают расти; согласно прогнозам, к 2030 г. его распространённость на территории Российской Федерации может увеличиться в несколько раз [4].

Таким образом, мониторинг заболеваемости ожирением лиц трудоспособного возраста на территории Российской Федерации и её субъектов, анализ и определение приоритетных модифицируемых факторов с учётом региональных особенностей являются актуальными задачами профилактической медицины [5, 6].

**Цель исследования.** Оценить фактическую распространённость ожирения среди работающего населения Саратовской области и его связь с медико-социальными факторами.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе поперечного исследования на базе Саратовского медицинского научного центра гигиены в 2021–2023 гг. в рамках периодических медицинских осмотров обследовали 3721 работающего в возрасте от 22 до 75 лет, из них 2409 (64,74%) мужчин (средний возраст —  $45,60 \pm 11,56$  года), 1312 (35,26%) женщин (средний возраст —  $47,69 \pm 11,04$  года). Все участники исследования являлись условно здоровыми.

Критерии включения в исследование: работающее население Саратовской области; мужчины в возрасте 22–65 лет; женщины в возрасте 21–60 лет. Критерии невключения: лица, принимающие антигипертензивные и гиполипидемические лекарственные препараты; лица, не подписавшие информированное согласие.

Для оценки ожирения применяли индекс Кетле ( $ИМТ = \text{кг}/\text{м}^2$ ) с учётом критериев, рекомендованных ВОЗ (1997 г.): оптимальная масса тела — при  $ИМТ 18,5–24,9$ ; избыточная — при  $25,0–29,9$ ; ожирение — при  $30,0$  и более. Долю жировой массы определяли на основании результатов биоимпедансометрии (комплекс мониторинг кардиореспираторной системы и гидратации тканей компьютеризированный КМ-АР-01 «ДИАМАНТ») [7].

В соответствии со шкалой значений процентного содержания жировой массы выделяли три уровня: 7,2% и меньше — низкий; 7,3–14,5% — оптимальный; 14,6% и больше — высокий.

Распределение по возрастным группам осуществляли в соответствии с классификацией, принятой на VII Все-союзной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965): I зрелый возраст — 22–35 лет для мужчин, 21–35 лет для женщин; II зрелый возраст — 36–60 лет для мужчин, 36–55 лет для женщин; пожилой возраст — 61–74 года для мужчин, 56–74 года для женщин.

Сбор сведений об уровне образования (среднее/высшее) и месте проживания (городские/сельские жители) производили с помощью стандартизированного опросника. В группу лиц со средним образованием входили участники исследования, имеющие общее среднее, среднее специальное, среднее профессиональное образование, в группу лиц с высшим образованием — лица с законченным высшим образованием. Группу городских жителей составили лица, проживающие в городах областного и районного значения, группу сельских жителей — лица, проживающие в деревнях, сёлах и посёлках городского типа.

Изучена зависимость ИМТ от уровня физической активности и факторов трудового процесса (тяжесть и напряжённость труда). Для оценки уровня физической активности применяли международный опросник International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), учитывающий все виды физической активности в быту и на работе в течение 24 ч в баллах. Критерии гиподинамии для лиц группы «I зрелый возраст» — менее 21 балла, для группы «II зрелый возраст» — менее 14 баллов, для представителей группы «пожилой возраст» — менее 7 баллов.

Наличие показателей метаболического синдрома оценивали в соответствии с программой Adult Treatment Panel III (ATP III) 2005 г. [8]: окружность талии 102 см и более для мужчин и 88 см и более для женщин, свидетельствующая об абдоминальном ожирении (при наличии наследственной предрасположенности к сердечно-сосудистым заболеваниям или сахарному диабету 2-го типа пограничное значение окружности талии у мужчин снижается до 94 см); гипергликемия натощак (более 5,6 ммоль/л); гипертриглицеридемия (более 1,7 ммоль/л); низкий уровень холестерина ЛПВП (менее 1,04 ммоль/л для мужчин и 1,29 ммоль/л для женщин); артериальное давление (более 130/85 мм рт. ст.).

Для статистического анализа применяли язык программирования для статистической обработки данных R. Для сравнения групп использовали критерий Пирсона. Построение пробит-регрессии выполняли с использованием функции построения обобщённых линейных моделей GLM с параметром «family=binomial (link=>probit)».

Исследуемые показатели представлены в виде дихотомических величин. Отклик имеет также двоичный вид (оптимальная масса тела или ожирение). Вероятность

развития ожирения от наличия или отсутствия определённых факторов выявляли с помощью построения модели пробит-регрессии:

$$p = \Phi\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i\right),$$

где  $p$  — вероятность развития ожирения;  $\beta_0$  — свободный член регрессии;  $x_i$  — величины, принимающие значения 0 или 1 в зависимости от отсутствия или наличия фактора с номером  $i$ ;  $\beta_i$  — коэффициенты, соответствующие факторам  $x_i$ ;  $\Phi$  — прямая функция Лапласа.

Исследование проведено в соответствии с требованиями биоэтики после подписания информированного согласия участниками исследования (протокол № 8 локального этического комитета от 29.04.2024 г.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Распространённость ожирения статистически значимо преобладает среди женщин во всех возрастных группах по сравнению с мужчинами. Среди мужчин ожирение статистически значимо распространено в возрастных группах «II зрелый возраст» и «пожилой возраст» по сравнению с группой «I зрелый возраст». Среди женщин статистически значимая разница по распространённости ожирения отмечается между всеми возрастными группами, рост данного показателя отмечается с увеличением возраста (табл. 1).

В обследованной выборке статистически значимая связь ожирения установлена со следующими медико-социальными факторами: окружность талии, превышающая рекомендуемые значения, гипергликемия,

гипертриглицеридемия, низкий уровень ЛПВП, артериальная гипертензия, наличие высшего образования, тяжесть труда, гиподинамия, при этом связь ожирения с напряжённостью труда, местом проживания, курением и семейным положением отсутствует (табл. 2).

И в общей группе участников исследования, и в группе мужчин регрессионный анализ показал наличие положительной связи ожирения с окружностью талии, превышающей рекомендуемые значения, гипергликемией, низким уровнем ЛПВП и артериальной гипертензией, которые являются показателями кардиометаболического риска; в группе женщин — с окружностью талии, превышающей рекомендуемые значения, и артериальной гипертензией; во всех группах наблюдения отсутствует связь ожирения с уровнем триглицеридов (табл. 3).

Результаты регрессионного анализа свидетельствуют о том, что наличие высшего образования и тяжёлый труд значительно снижают вероятность развития ожирения, в то время как гиподинамия, напротив, способствует его развитию в общей группе обследованных. Разделение участников исследования по полу показало, что у мужчин снижению вероятности развития ожирения способствует тяжёлый труд, а у женщин — наличие высшего образования (табл. 4).

Проанализировано процентное содержание жировой массы у лиц с оптимальной массой тела, с избыточной массой тела и с ожирением (рис. 1).

Характерно, что 0,75% лиц с оптимальным ИМТ имеют высокий уровень процентного содержания жировой массы, при этом у 30,34% лиц с ожирением выявлен оптимальный уровень, у 10,94% лиц с ожирением — низкий уровень процентного содержания жировой массы.

**Таблица 1.** Распространённость ожирения среди работающего населения с учётом пола и возраста

**Table 1.** Prevalence of obesity among the working population by gender and age

Возрастные группы Age groups	Мужчины Men (n=2409)	Женщины Women (n=1313)	Критерий Пирсона Pearson test	
			Мужчины   Men	Женщины   Women
I зрелый возраст (n=713) I mature age I (n=713)	105 (19,02%)	44 (27,33%)	$\chi^2=39,573$ ; $p_{1-2}<0,001$	$\chi^2=6,946$ ; $p_{1-2}=0,009$
II зрелый возраст (n=2483) II mature age II (n=2483)	544 (33,15%)	322 (38,24%)	$\chi^2=0,393$ ; $p_{2-3}=0,531$	$\chi^2=9,044$ ; $p_{2-3}=0,003$
Пожилой возраст (n=526) Elderly age (n=526)	67 (31,02%)	149 (48,06%)	$\chi^2=12,856$ ; $p_{1-3}<0,001$	$\chi^2=18,838$ ; $p_{1-3}<0,001$
Всего Total	716 (29,72%)	515 (39,22%)	$\chi^2=34,659$ ; $p<0,001$	

*Примечание:*  $p_{1-2}$  — уровень статистической значимости между показателями групп «I зрелый возраст» и «II зрелый возраст»;  $p_{2-3}$  — уровень статистической значимости между показателями групп «II зрелый возраст» и «пожилой возраст»;  $p_{1-3}$  — уровень статистической значимости между показателями групп «I зрелый возраст» и «пожилой возраст».

*Note:*  $p_{1-2}$  — level of statistical significance between the indicators of the groups «I mature age» and «II mature age»;  $p_{2-3}$  — level of statistical significance between the indicators of the groups «II mature age» and «old age»;  $p_{1-3}$  — level of statistical significance between the indicators of the groups «I mature age» and «old age».

**Таблица 2.** Анализ связи ожирения с медико-социальными факторами**Table 2.** Analysis of the relationship of obesity with medical and social factors

Факторы Factors	Частота встречаемости ожирения Incidence of obesity		$\chi^2; p$
	Фактор отсутствует factor missing	Фактор присутствует factor is present	
<b>Факторы метаболического синдрома   Factors of metabolic syndrome</b>			
Окружность талии выше нормы Waist circumference is higher than normal	0,05	0,69	786,44; <0,001
Гипергликемия   Hyperglycemia	0,29	0,49	66,68; <0,001
Гипертриглицеридемия   Hypertriglyceridemia	0,29	0,54	83,54; <0,001
Низкий уровень ЛПВП   Low high-density lipoprotein levels	0,28	0,49	67,96; <0,001
Артериальная гипертензия   Arterial hypertension	0,22	0,43	101,81; <0,001
<b>Социальные и поведенческие факторы   Medical and social factors</b>			
Наличие высшего образования   Availability of higher education	0,34	0,28	10,80; 0,001
Тяжесть труда   Difficulty of work	0,37	0,27	11,51; 0,001
Напряжённость труда   Labor intensity	0,34	0,33	0,00; 0,97
Проживание в городе   Accommodation in the city	0,34	0,32	1,10; 0,29
Гиподинамия   Physical inactivity	0,31	0,44	5,61; 0,02
Курение   Smoking	0,38	0,35	3,05; 0,08
Семейное положение   Family status	0,325	0,329	0,03; 0,8

**Таблица 3.** Анализ связи ожирения с некоторыми клиническими показателями у работающего населения (пробит-регрессия)**Table 3.** Analysis of the association of obesity with certain clinical indicators in the working population (probit regression)

Факторы (коэффициент) Factors (coefficient)	Все участники исследования All study participants (n=730)		Мужчины Men (n=526)		Женщины Women (n=204)	
	Значение Meaning	$p$	Значение Meaning	$p$	Значение Meaning	$p$
Свободный член регрессии ( $\beta_0$ )   Free term of regression ( $\beta_0$ )	-3,64	<0,001	-3,58	<0,001	-3,84	<0,001
Окружность талии выше нормы ( $\beta_1$ ) Waist circumference is higher than normal ( $\beta_1$ )	3,71	<0,001	3,66	<0,001	3,96	<0,001
Гипергликемия ( $\beta_2$ )   Hyperglycemia ( $\beta_2$ )	0,56	0,009	0,58	0,03	0,46	0,20
Гипертриглицеридемия ( $\beta_3$ )   Hypertriglyceridemia ( $\beta_3$ )	-0,27	0,27	-0,24	0,45	-0,33	0,36
Низкий уровень ЛПВП ( $\beta_4$ ) Low cholesterol, high density lipoproteins ( $\beta_4$ )	0,73	0,001	0,87	0,006	0,61	0,06
Артериальная гипертензия ( $\beta_5$ )   Arterial hypertension ( $\beta_5$ )	1,01	<0,001	0,98	<0,001	0,99	0,001

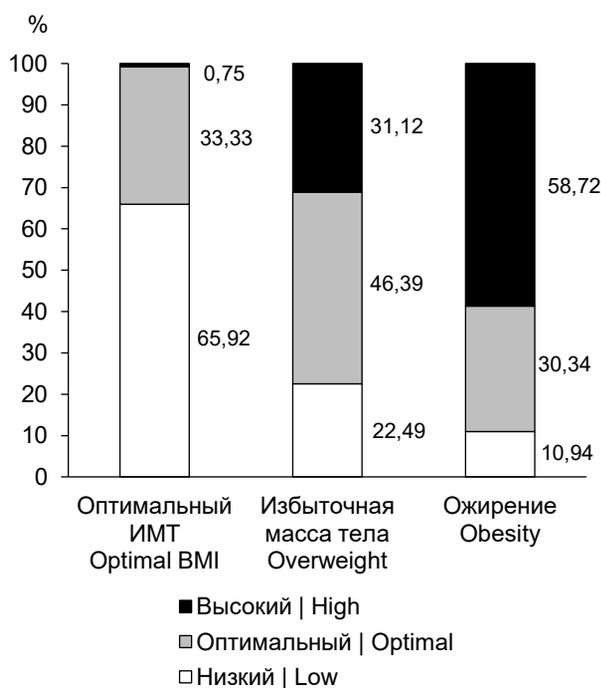
## ОБСУЖДЕНИЕ

Во всех возрастных группах ожирение превалирует среди женщин по сравнению с мужчинами, что может быть обусловлено рядом причин: социально-культурными, биологическими, фенотипическими особенностями, поведенческими факторами, особенностями метаболизма и т.д. [9, 10]. Среди женщин распространённость ожирения

возрастает по мере увеличения возраста, достигая максимума в группе пожилых, что соответствует данным других исследований [11, 12]. Среди мужчин распространённость ожирения также увеличивается с возрастом, однако разница между группами «II зрелый возраст» и «пожилой возраст» отсутствует. Это согласуется с данными исследования, в результате которого установлено, что у мужчин

**Таблица 4.** Анализ связи ожирения с некоторыми социальными факторами у работающего населения (пробит-регрессия)**Table 4.** Analysis of the relationship of obesity with some social factors in the working population (probit regression)

Факторы (коэффициент) Factors (coefficient)	Все участники исследования All study participants (n=730)		Мужчины Men (n=526)		Женщины Women (n=204)	
	Значение Meaning	<i>p</i>	Значение Meaning	<i>p</i>	Значение Meaning	<i>p</i>
Свободный член регрессии ( $\beta_0$ ) Free term of regression ( $\beta_0$ )	-0,49	<0,001	-0,35	0,001	-0,22	0,07
Наличие высшего образования ( $\beta_1$ ) Availability of higher education ( $\beta_1$ )	-0,33	0,05	-0,10	0,40	-0,48	0,02
Тяжесть труда ( $\beta_2$ )   Difficulty of work ( $\beta_2$ )	-0,38	0,02	-0,24	0,04	-0,10	0,69
Низкий уровень физической активности ( $\beta_3$ ) Low level of physical activity ( $\beta_3$ )	0,44	0,04	0,27	0,10	0,39	0,12

**Рис. 1.** Содержание жировой массы у лиц с оптимальной, с избыточной массой тела и с ожирением.**Fig. 1.** The content of fat mass in people with optimal body weight, overweight and obesity.

процесс увеличения ИМТ наступает в 35–40 лет, у женщин — в 55–60 лет [13].

В рамках настоящего исследования установлено, что распространённость ожирения выше среди лиц с низким уровнем физической активности, при этом ниже у тех, чей труд относится к тяжёлому, что, вероятно, обусловлено более высоким уровнем физической активности [14, 15]. На современном рынке труда большое количество профессий сопряжено с работой за компьютером и, таким образом, сотрудники вынуждены проводить большую часть рабочего времени в положении сидя, в условиях гиподинамии [14]. В свою очередь, поддержание баланса

между энергопотреблением и энергозатратами является одним из ключевых условий для сохранения массы тела.

Вероятность развития ожирения ниже у лиц с высшим образованием, что, по-видимому, обусловлено приверженностью к здоровому образу жизни, осознанию неблагоприятных последствий низкого уровня физической активности, нерационального питания и других факторов, связанных с развитием ожирения и других заболеваний [16, 17]. Результаты ряда исследований свидетельствуют о том, что уровень заболеваемости ожирением значительно ниже среди женщин с наличием высшего образования, что находит отражение в настоящем исследовании, в то время как для мужчин уровень образования чаще не связан с данным показателем [18].

Связь ИМТ с большинством показателей метаболического синдрома логична и находит подтверждение в популяционном исследовании F. Ortega и соавт. [19], в рамках которого установлено, что высокие значения ИМТ имеют более тесную связь с кардиометаболическим риском по сравнению с другими индексами оценки ожирения. В то же время ведутся дискуссии о парадоксе ожирения, при котором прогноз выживаемости при сердечно-сосудистой патологии выше среди лиц с ожирением по ИМТ [20]. A. Elagizi и соавт. описали связь благоприятных исходов у лиц с сердечно-сосудистой патологией при наличии избыточной массы тела и ожирения I степени, но не с более тяжёлыми формами ожирения [21]. На сегодня мнения о парадоксе ожирения носят противоречивый характер. Не исключено, что этот феномен может быть вызван погрешностью метода оценки ожирения, некорректным дизайном исследования и пр. Кроме того, не установлены механизмы положительного влияния ожирения на состояние сердечно-сосудистой системы [22]. Таким образом, наличие у пациента высокого ИМТ остаётся поводом для включения его в группу кардиометаболического риска [21].

В рамках исследования установлено, что процентное содержание жировой массы у ряда лиц повышено

при оптимальном ИМТ и может указывать на наличие избыточного отложения висцерального жира, что способно увеличивать кардиометаболический риск, так как висцеральная жировая ткань выступает в качестве самостоятельного эндокринного органа и оказывает выраженное влияние на углеводный и липидный обмен в отличие от подкожной жировой ткани [23]. В то же время при избыточной массе тела и при ожирении уровень процентного содержания жировой массы может быть как повышенным, так и оптимальным, следовательно, в клинической практике следует учитывать вероятность метаболически здорового ожирения [24]. При этом у спортсменов ИМТ может существенно превышать значение  $25 \text{ кг/м}^2$  за счёт мышечной массы, а доля жировой ткани будет низкой. Таким образом, для оценки ожирения и кардиометаболических рисков, в частности, целесообразно опираться на результаты комплексного обследования, оценивая риски и у лиц с оптимальной массой тела [25].

Установленные связи ожирения с другими показателями метаболического синдрома (абдоминальное ожирение, гипергликемия, низкий уровень ЛПВП, артериальная гипертензия) подтверждают эффект синергизма в развитии кардиометаболических нарушений и заболеваний, ассоциированных с ожирением (кардиоваскулярная патология, сахарный диабет 2-го типа и др.), о чём свидетельствуют результаты исследований [26–28]. Безусловно, в настоящей работе изучены далеко не все факторы, связанные с ожирением, которые вносят вклад в его развитие (питание, курение, алкоголь и т.д.). Следует учитывать, что многочисленные факторы, связанные с вероятностью развития ожирения, находятся в сложной взаимосвязи между собой, оказывая эффект синергизма, и оценить их взаимодействие крайне сложно, что вносит существенные затруднения в изучение вероятности его развития.

Полученные результаты могут лечь в основу программных продуктов и цифровых технологий, персонализированных сенсорных технологий, цифровых стратегий по оценке индивидуальных и групповых рисков развития ожирения и ассоциированных с ним заболеваний у работающего населения [29, 30], что имеет высокую актуальность при реализации федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» национального проекта «Демография».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На репрезентативной выборке работающего населения Саратовской области установлены особенности распространения ожирения среди мужчин и женщин в разных

возрастных категориях. В результате настоящего исследования определены приоритетные медико-социальные факторы риска развития ожирения (пол, возраст, образование, тяжесть труда, уровень физической активности). Вероятность повышенного процентного содержания жировой массы среди лиц с оптимальным ИМТ обуславливает необходимость учитывать это с целью профилактики и минимизации кардиометаболических факторов риска. Полученные данные целесообразно использовать при разработке профилактических мероприятий в рамках корпоративных программ, направленных на сохранение здоровья, качества жизни и профессионального трудового долголетия работающего населения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** В.Н. Долич — концепция и дизайн исследования, написание текста; Н.Е. Комлева — написание текста, редактирование; М.В. Поздняков — сбор и обработка данных; С.И. Мазиллов — статистическая обработка данных; И.В. Заикина — написание текста; И.Н. Луцевич — 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).

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

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

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

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution.** V.N. Dolich — the concept and design of the study, writing a text; N.E. Komleva — writing a text, editing; M.V. Pozdnyakov — data collection and processing; S.I. Mazilov — statistical data processing; I.V. Zaikina — writing text; I.N. Lutcevic — writing text. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

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

**Competing interests.** The authors declares that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from all the study participants before the study screening in according to the study protocol approved by the local ethic committee.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирная организация здравоохранения: 10 ведущих причин смерти в мире. Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> Дата обращения: 08.09.2024.
2. Feigl A.B., Goryakin Y., Devaux M., et al. The short-term effect of BMI, alcohol use, and related chronic conditions on labour market outcomes: a time-lag panel analysis utilizing European SHARE dataset // *Plos One*. 2019. Vol. 14, N 3. P. e0211940. doi: 10.1371/journal.pone.0211940
3. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 8 от 15.01.2020 г. «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года». Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_344362](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344362). Дата обращения: 08.09.2024.
4. Савина А.А., Фейгинова С.И. Распространённость ожирения среди населения Российской Федерации: период до пандемии COVID-19 // *Социальные аспекты здоровья населения*. 2022. Т. 68, № 5. С. 4. EDN: EOYEAN doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-5-4
5. Цыганкова Д.П., Федорова Н.В., Кривошапова К.Е., и др. Социально-экономические факторы риска артериальной гипертензии у пожилых лиц // *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2020. Т. 35, № 4. С. 111–118. EDN: MCZDJN doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-4-111-118
6. Григорьева Е.А., Суховеева А.Б., Калманова В.Б. Эколого-климатические и медико-социальные факторы как предикторы качества жизни и репродуктивного здоровья населения Среднего Приамурья: постановка проблемы // *Региональные проблемы*. 2018. Т. 21, № 3. С. 71–81. EDN: YLVBET doi: 10.31433/1605-220X-2018-21-3-71-81
7. Николаев Д.В., Щелыкалина С.П. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. Москва: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ, 2016.
8. Grundy S.M., Cleeman J.I., Daniels S.R., et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association / National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement // *Circulation*. 2005. Vol. 112, N 17. P. 2735–2752. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404
9. Маматов А.У., Полупанов А.Г., Какеев Б.А., и др. Половые и возрастные факторы, ассоциированные с развитием ожирения // *The Scientific Heritage*. 2021. № 68-2. С. 46–56. EDN: DOOMOT doi: 10.24412/9215-0365-2021-68-2-46-56
10. Faulkner J.L., Belin de Chantemèle E.J. Sex hormones, aging and cardiometabolic syndrome // *Biol Sex Differ*. 2019. Vol. 10, N 1. P. 30. doi: 10.1186/s13293-019-0246-6
11. Потеряева Е.Л., Смирнова Е.Л., Селятицкая В.Г., и др. Оценка некоторых гормонально-метаболических показателей у женщин различных возрастных групп // *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2020. № 2. С. 77–88. EDN: KYFOXH doi: 10.31549/2542-1174-2020-2-77-88
12. Lemamsha H., Randhawa G., Papadopoulos C. Prevalence of overweight and obesity among libyan men and women // *Biomed Res Int*. 2019. Vol. 2019. P. 8531360. doi: 10.1155/2019/8531360
13. Аистов А.В., Александрова Е.А., Гарипова Ф.Г. Динамика индекса массы тела российских мужчин и женщин: возраст–период–коHORTA // *Демографическое обозрение*. 2021. Т. 8, № 1. С. 44–80. EDN: XPLOAH doi: 10.17323/demreview.v8i1.12393
14. Paravidino V.B., Mediano M.F.F., Silva I.C.M., et al. Effect of physical exercise on spontaneous physical activity energy expenditure and energy intake in overweight adults (the EFECT study): a study protocol for a randomized controlled trial // *Trials*. 2018. Vol. 19. P. 167. doi: 10.1186/s13063-018-2445-6
15. Сюрин С.А., Горбанёв С.А. Избыточная масса тела и ожирение у металлургов Арктики: распространённость, причины развития, клиническое значение // *Здоровье населения и среда обитания*. 2019. № 10. С. 11–15. EDN: DYFGRY doi: 10.35627/2219-5238/2019-319-10-11-15
16. Покида А.Н., Зыбуновская Н.В., Газилова И.А. Роль высшего образования в формировании здорового образа жизни (по результатам социологического исследования) // *Высшее образование в России*. 2022. Т. 31, № 1. С. 72–88. EDN: KLVCPD doi: 10.31992/0869-3617-2022-31-1-72-88
17. Колосницына М.Г., Куликова О.А. Социально-экономические факторы и последствия избыточного веса // *Демографическое обозрение*. 2018. Т. 5, № 4. С. 92–124. EDN: YUEEWT doi: 10.17323/demreview.v5i4.8664
18. Bender A.M., Sørensen J., Diderichsen F., Brønnum-Hansen H. A health inequality impact assessment from reduction in overweight and obesity // *BMC Public Health*. 2020. Vol. 20, N 1. P. 1823. doi: 10.1186/s12889-020-09831-x
19. Ortega F.B., Sui X., Lavie C.J., Blair S.N. Body mass index, the most widely used but also widely criticized index: would a criterion standard measure of total body fat be a better predictor of cardiovascular disease mortality? // *Mayo Clin Proc*. 2016. Vol. 91, N 4. P. 443–455. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.01.008
20. Tutor A.W., Lavie C.J., Kachur S., et al. Updates on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases // *Prog Cardiovasc Dis*. 2023. Vol. 78. P. 2–10. doi: 10.1016/j.pcad.2022.11.013
21. Elagizi A., Kachur S., Lavie C.J., et al. An overview and update on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases // *Prog Cardiovasc Dis*. 2018. Vol. 61, N 2. P. 142–150. doi: 10.1016/j.pcad.2018.07.003
22. Заикина М.П., Капустина В.А., Савельев С.И. Парадокс ожирения при сердечно-сосудистых заболеваниях и сахарном диабете (аналитический обзор) // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021. Т. 65, № 2. С. 135–142. EDN: GVXDRH doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-2-135-142
23. Миклишанская С.В., Золотова Е.А., Орловский А.А., и др. Обоснование необходимости создания новой классификации ожирения // *Лечащий врач*. 2021. № 7. С. 58–62. EDN: ZOFHUM doi: 10.51793/OS.2021.24.7.011
24. Бондаренко В.М., Пиманов С.И., Макаренко Е.В., Бондаренко Е.Ф. Метаболически здоровое ожирение: факторы, влияющие на стабильность и прогноз // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2023. Т. 22, № 4. С. 21–32. EDN: CLDAXN doi: 10.22263/2312-4156.2023.4.21
25. Драпкина О.М., Самородская И.В., Старинская М.А., и др. Ожирение: оценка и тактика ведения пациентов. Москва: Силиция-Полиграф, 2021. EDN: IQKSFH
26. Zheng J., Hu Y., Xu H., et al. Normal-weight visceral obesity promotes a higher 10-year atherosclerotic cardiovascular

- disease risk in patients with type 2 diabetes mellitus — a multicenter study in China // *Cardiovasc Diabetol*. 2023. Vol. 22, N 1. P. 137. doi: 10.1186/s12933-023-01876-7
27. Ma W., Zhou X., Huang X., Xiong Y. Causal relationship between body mass index, type 2 diabetes and bone mineral density: Mendelian randomization // *PLoS One*. 2023. Vol. 18, N 10. P. e0290530. doi: 10.1371/journal.pone.0290530
28. Dwivedi A.K., Dubey P., Cistola D.P., Reddy S.Y. Association between obesity and cardiovascular outcomes: updated evidence from meta-analysis studies // *Curr Cardiol Rep*. 2020. Vol. 22, N 4. P. 25. doi: 10.1007/s11886-020-1273-y
29. Жирков И.И., Гордиенко А.В., Чумак Б.А., и др. Прогностические математические модели развития хронических невирусных заболеваний печени // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2022. № 8. С. 84–91. EDN: VQJJWT doi: 10.31146/1682-8658-ecg-204-8-84-91
30. Демидова Т.Ю., Измайлова М.Я. Предсказательные модели высокого риска развития сердечной недостаточности, атеросклеротических заболеваний и ХБП у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа // *FOCUS. Эндокринология*. 2024. Т. 5, № 1. С. 6–13. EDN: DINVIS doi: 10.62751/2713-0177-2024-5-1-01

## REFERENCES

1. WHO: The top 10 causes of death [cited 2024 Aug 9]. Available from: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. Feigl AB, Goryakin Y, Devaux M, et al. The short-term effect of BMI, alcohol use, and related chronic conditions on labour market outcomes: a time-lag panel analysis utilizing European SHARE dataset. *Plos One*. 2019;14(3):e0211940. doi: 10.1371/journal.pone.0211940
3. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 8 dated 01/15/2020 "On approval of the Strategy for the formation of a healthy lifestyle of the population, prevention and control of noncommunicable diseases for the period up to 2025". Available from: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_344362](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344362) (In Russ.)
4. Savina AA, Feiginova SI. Obesity prevalence in population of Russian Federation: before COVID-19 pandemic. *Social Aspects of Population Health*. 2022;68(5):4. EDN: EOYEAN doi: 10.21045/2071-5021-2022-68-5-4
5. Tsygankova DP, Fedorova NV, Krivoschapova KE, et al. Socio-economic risk factors of hypertension in the elderly. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2020;35(4):111–118. EDN: MCZDJN doi: 10.29001/2073-8552-2020-35-4-111-118
6. Grigorieva EA, Sukhoveeva AB, Kalmanova VB. Environmental, climatic and medical-social factors as predictors of life quality and reproductive health in the Middle Amur region of the Russian far east. *Regional Problems*. 2018;21(3):71–81. EDN: YLVBET doi: 10.31433/1605-220X-2018-21-3-71-81
7. Nikolaev DV, Shchelykalina SP. Bioimpedance analysis of the human body composition: Lectures. Moscow: RIO CNIIOIZ MZ RF; 2016. (In Russ.)
8. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association / National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*. 2005;112(17):2735–2752. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404
9. Mamatov AU, Polupanov AG, Kakeev BA, et al. Sex and age factors associated with the development of obesity. *The Scientific Heritage*. 2021;(68-2):46–56. EDN: DOOMOT doi: 10.24412/9215-0365-2021-68-2-46-56
10. Faulkner JL, Belin de Chantemèle EJ. Sex hormones, aging and cardiometabolic syndrome. *Biol Sex Differ*. 2019;10(1):30. doi: 10.1186/s13293-019-0246-6
11. Poteryaeva EL, Smirnova EL, Selyatickaya VG, et al. Evaluation of certain hormonal and metabolic parameters in women of different age groups. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2020;(2):77–88. EDN: KYFOX B doi: 10.31549/2542-1174-2020-2-77-88
12. Lemamsha H, Randhawa G, Papadopoulos C. Prevalence of overweight and obesity among libyan men and women. *Biomed Res Int*. 2019;2019:8531360. doi: 10.1155/2019/8531360
13. Aistov AV, Aleksandrova EA, Garipova FG. Body mass index dynamics of russian men and women: age-period-cohort analysis. *Demographic Review*. 2021;8(1):44–80. EDN: XPLOAH doi: 10.17323/demreview.v8i1.12393
14. Paravidino VB, Mediano MFF, Silva ICM, et al. Effect of physical exercise on spontaneous physical activity energy expenditure and energy intake in overweight adults (the EFECT study): a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018;19:167. doi: 10.1186/s13063-018-2445-6
15. Syurin SA, Gorbanev SA. Overweight and obesity in metallurgical workers of the Arctic: prevalence, causes of development, clinical significance. *Public Health and Life Environment*. 2019;(10):11–15. EDN: DYFGRY doi: 10.35627/2219-5238/2019-319-10-11-15
16. Pokida AN, Zybunovskaya NV, Gazieva IA. The role of higher education in the formation of a healthy lifestyle: results of sociological research. *Higher Education in Russia*. 2022;31(1):72–88. EDN: KLVPCP doi: 10.31992/0869-3617-2022-31-1-72-88
17. Kolosnitsyna MG, Kulikova OA. Overweight: socioeconomic factors and consequences. *Demographic Review*. 2018;5(4):92–124. EDN: YUEEWT doi: 10.17323/demreview.v5i4.8664
18. Bender AM, Sørensen J, Diderichsen F, Brønnum-Hansen H. A health inequality impact assessment from reduction in overweight and obesity. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1823. doi: 10.1186/s12889-020-09831-x
19. Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN. Body mass index, the most widely used but also widely criticized index: would a criterion standard measure of total body fat be a better predictor of cardiovascular disease mortality? *Mayo Clin Proc*. 2016;91(4):443–55. doi: 10.1016/j.mayocp.2016.01.008
20. Tutor AW, Lavie CJ, Kachur S, et al. Updates on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases. *Prog Cardiovasc Dis*. 2023;78:2–10. doi: 10.1016/j.pcad.2022.11.013
21. Elagizi A, Kachur S, Lavie CJ, et al. An overview and update on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases. *Prog Cardiovasc Dis*. 2018;61(2):142–150. doi: 10.1016/j.pcad.2018.07.003

22. Zaikina MP, Kapustina VA, Savel'ev SI. Obesity paradox in patients with cardiovascular diseases and diabetes mellitus type 2 (analytical review). *Health Care of the Russian Federation*. 2021;65(2):135–142. EDN: GVXDRH  
doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-2-135-142
23. Miklishanskaya SV, Zolozova EA, Orlovsky AA, et al. Justification of the need to create a new classification of obesity. *Lechaschi Vrach*. 2021;(7):58–62. EDN: ZOFHUM  
doi: 10.51793/OS.2021.24.7.011
24. Bondarenko VM, Pimanov SI, Makarenko EV, Bondarenko EF. Metabolically healthy obesity: factors influencing stability and prognosis. *Vitebsk Medical Journal*. 2023;22(4):21–32. EDN: CLDAXN doi: 10.22263/2312-4156.2023.4.21
25. Drapkina OM, Samorodskaya IV, Starinskaya MA, et al. Obesity: assessment and tactics of patient management. Moscow: Siliceya-Poligraf; 2021. (In Russ.) EDN: IQKSFV
26. Zheng J, Hu Y, Xu H, et al. Normal-weight visceral obesity promotes a higher 10-year atherosclerotic cardiovascular disease risk in patients with type 2 diabetes mellitus — a multicenter study in China. *Cardiovasc Diabetol*. 2023;22(1):137. doi: 10.1186/s12933-023-01876-7
27. Ma W, Zhou X, Huang X, Xiong Y. Causal relationship between body mass index, type 2 diabetes and bone mineral density: Mendelian randomization. *PLoS One*. 2023;18(10):e0290530. doi: 10.1371/journal.pone.0290530
28. Dwivedi AK, Dubey P, Cistola DP, Reddy SY. Association Between Obesity and Cardiovascular Outcomes: Updated Evidence from Meta-analysis Studies. *Curr Cardiol Rep*. 2020;22(4):25. doi: 10.1007/s11886-020-1273-y
29. Zhirkov II, Gordienko AV, Chumak BA, et al. Prognostic mathematical models of the development of chronic non-viral liver diseases. *Experimental and Clinical Gastroenterology Journal*. 2022;(8):84–91. EDN: VQJIWT  
doi: 10.31146/1682-8658-ecg-204-8-84-91
30. Demidova TYu, Izmaylova MYa. Predictive models of high risk of heart failure, atherosclerotic diseases and CKD in patients with type 2 diabetes mellitus. *FOCUS. Endokrinologia*. 2024;5(1):6–13. EDN: DINVIS doi: 10.62751/2713-0177-2024-5-1-01

## ОБ АВТОРАХ

### \*Долгич Владимир Николаевич;

адрес: Россия, 410022, Саратов, ул. Заречная, 1а, стр. 1;  
ORCID: 0000-0002-8980-5117;  
eLibrary SPIN: 4085-7055;  
e-mail: vndolich@mail.ru

### Комлева Наталия Евгеньевна, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0003-4099-9368;  
eLibrary SPIN: 7145-3073;  
e-mail: nekomleva@yandex.ru

### Поздняков Михаил Валерьевич, канд. физ.-мат. наук;

ORCID: 0000-0002-2067-3830;  
eLibrary SPIN: 6726-4542;  
e-mail: mpozdneyakov@yandex.ru

### Мазилев Святослав Игоревич, канд. биол. наук;

ORCID: 0000-0002-8220-145X;  
eLibrary SPIN: 2048-0643;  
e-mail: smazilov@yandex.ru

### Заикина Инна Викторовна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-4234-7056;  
eLibrary SPIN: 9644-0101;  
e-mail: innaza2@mail.ru

### Луцевич Игорь Николаевич, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0003-2008-6895;  
eLibrary SPIN: 2435-6069;  
e-mail: ilutsevich@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

### \*Vladimir N. Dolich;

address: 1a build. 1 Zarechnaya str., Saratov, 410022, Russia;  
ORCID: 0000-0002-8980-5117;  
eLibrary SPIN: 4085-7055;  
e-mail: vndolich@mail.ru

### Natiliia E. Komleva, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-4099-9368;  
eLibrary SPIN: 7145-3073;  
e-mail: nekomleva@yandex.ru

### Michail V. Pozdneyakov, Cand. Sci. (Physics and Mathematics);

ORCID: 0000-0002-2067-3830;  
eLibrary SPIN: 6726-4542;  
e-mail: mpozdneyakov@yandex.ru

### Svyatoslav I. Mazilov, Cand. Sci. (Biology);

ORCID: 0000-0002-8220-145X;  
eLibrary SPIN: 2048-0643;  
e-mail: smazilov@yandex.ru

### Inna V. Zaikina, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-4234-7056;  
eLibrary SPIN: 9644-0101;  
e-mail: innaza2@mail.ru

### Igor N. Lutsevich, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-2008-6895;  
eLibrary SPIN: 2435-6069;  
e-mail: ilutsevich@yandex.ru

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco631457>

# Миграционный риск развития психосоматических нарушений у социально благополучных молодых людей при повышенной нервно-психической и интеллектуальной нагрузке

А.Б. Мулик<sup>1</sup>, Ю.А. Шатыр<sup>1</sup>, И.В. Улесикова<sup>1</sup>, А.Г. Соловьёв<sup>2</sup>,  
А.Н. Долецкий<sup>3</sup>, А.И. Перепелкин<sup>3</sup>, Н.О. Назаров<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия;

<sup>3</sup> Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия;

<sup>4</sup> Центр внедрения изменений Министерства здравоохранения Московской области, Красногорск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Отсутствуют данные о системных связях территориальной отдалённости исходного и конечного населённых пунктов при смене места жительства с риском развития психосоматических нарушений у человека при повышенной нервно-психической и интеллектуальной нагрузке.

**Цель исследования.** Разработать интегративный показатель риска развития психосоматических нарушений у молодых людей при смене места жительства.

**Материал и методы.** В исследовании участвовали студенты Волгоградского государственного медицинского университета (97 мужчин и 99 женщин от 18 до 22 лет). Иногородние респонденты составляли 44% (45 человек) в выборочной совокупности мужчин и 60% (61 человек) — в выборочной совокупности женщин. Поперечное исследование выполнено в июне 2023 г., в период весенней сессии, спустя 9 мес. с момента начала обучения в вузе и, соответственно, с момента смены места жительства иногородними студентами. Симптомы психосоматических нарушений определяли по тесту И.Н. Гурвича. Учитывали показатели Гиссенского опросника соматических жалоб и показатели тревожно-депрессивных расстройств (шкала HADS), а также оценивали выраженность суицидальных идей по модулю суицидальных идей Колумбийской шкалы серьёзности суицидальных намерений (C-SSRS). Рассчитывали расстояния (км) между исходными и конечными населёнными пунктами места жительства респондентов.

**Результаты.** Выявлена прямая статистически значимая связь между выраженностью показателей психосоматических нарушений и расстоянием миграционного перемещения молодых людей от места предыдущего проживания до конечного пункта места жительства. Выделено четыре степени миграционного риска с нулевым (до 20 км) и последующими тремя (до 400, до 800 и свыше 800 км) территориальными диапазонами риска соматизации. Рассчитаны критические значения показателя миграционного риска развития психосоматических нарушений и психосоматических расстройств для мужчин и женщин. Выявлено, что максимально выраженный миграционный риск развития психосоматических нарушений у молодых людей наступает при территориальной отдалённости места жительства от места предыдущего проживания в диапазоне от 400 до 800 км.

**Заключение.** Охарактеризованы связи территориальной отдалённости исходного и конечного населённых пунктов при смене места жительства с риском развития психосоматических нарушений у человека в условиях напряжённого учебного процесса.

**Ключевые слова:** психосоматические нарушения; смена места жительства; миграционный риск психосоматических нарушений; системная дезадаптация.

## Как цитировать:

Мулик А.Б., Шатыр Ю.А., Улесикова И.В., Соловьёв А.Г., Долецкий А.Н., Перепелкин А.И., Назаров Н.О. Миграционный риск развития психосоматических нарушений у социально благополучных молодых людей при повышенной нервно-психической и интеллектуальной нагрузке // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 221–232. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco631457>

Рукопись поступила: 30.04.2024

Рукопись одобрена: 30.09.2024

Опубликована online: 04.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco631457>

# Migration-related risk of psychosomatic disorders in socially healthy young adults who experience significant emotional and mental loads

Aleksandr B. Mulik<sup>1</sup>, Yulia A. Shatyr<sup>1</sup>, Irina V. Ulesikova<sup>1</sup>, Andrey G. Soloviev<sup>2</sup>, Alexey N. Doletsky<sup>3</sup>, Andrey I. Perepelkin<sup>3</sup>, Nikita O. Nazarov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Military Medical Academy n.a. S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

<sup>3</sup> Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia;

<sup>4</sup> Center for Implementation of Changes of the Ministry of Health of the Moscow Region, Krasnogorsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** There is a paucity of scientific literature investigating the potential correlation between the geographical distance between an individual's initial and final place of residence and the risk of psychosomatic disorders in those experiencing significant emotional and mental loads.

**AIM:** To develop an integrative index for the assessment of the risk of psychosomatic disorders in young adults who are changing their place of residence.

**MATERIAL AND METHODS:** The study included medical students at the Volgograd State Medical University (97 males and 99 females between the ages of 18 and 22 years). The proportion of non-residents was 44% (45 respondents) of males and 60% (61 respondents) of females. The cross-sectional study was performed during the spring examinations in June 2023, i.e., at 9 months after the start of the academic year and change of residence by non-resident students. The symptoms of psychosomatic disorders were identified using the Gurvich Psychological Adaptation Test. The Giessen Subjective Complaints List and the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) were used to report somatic symptoms and anxiety/depression, respectively. The severity of suicidal ideation was assessed using the Columbia-Suicide Severity Rating Scale (C-SSRS). The geographical distance (km) between an individual's initial and final place of residence distances was calculated.

**RESULTS:** A direct, statistically significant correlation has been identified between the severity of psychosomatic disorders and the distance travelled by young adults migrating from their place of previous residence to their final destination. The potential for migration-related risk of medical conditions is classified into four categories based on geographical distance intervals: up to 20 km, up to 400 km, up to 800 km, and over 800 km. The critical values of the migration-related risk of psychosomatic disorders have been calculated for males and females. The most significant risk factor for the onset of psychosomatic disorders in young adults is the geographical distance between their current place of residence and their previous place of residence, with a range of 400 to 800 km.

**CONCLUSION:** The correlation between the geographical distance between an individual's initial and final place of residence and the risk of psychosomatic disorders in those in those experiencing significant emotional and mental loads has been described.

**Keywords:** psychosomatic disorders; change of residence; migration-related risk of psychosomatic disorders; systemic maladaptation.

## To cite this article:

Mulik AB, Shatyr YuA, Ulesikova IV, Soloviev AG, Doletsky AN, Perepelkin AI, Nazarov NO. Migration-related risk of psychosomatic disorders in socially healthy young adults who experience significant emotional and mental loads. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):221–232.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco631457>

Received: 30.04.2024

Accepted: 30.09.2024

Published online: 04.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco631457>

# 在神经心理和智力负荷增加的情况下，社会适应良好的年轻人发展心身障碍的迁移风险

Aleksandr B. Mulik<sup>1</sup>, Yulia A. Shatyr<sup>1</sup>, Irina V. Ulesikova<sup>1</sup>, Andrey G. Soloviev<sup>2</sup>, Alexey N. Doletsky<sup>3</sup>, Andrey I. Perepelkin<sup>3</sup>, Nikita O. Nazarov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Military Medical Academy n.a. S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

<sup>3</sup> Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia;

<sup>4</sup> Center for Implementation of Changes of the Ministry of Health of the Moscow Region, Krasnogorsk, Russia

## 摘要

**背景。**缺乏关于在居住地变更时，原住地和目的地的地理距离与人在神经心理和智力负荷增加情况下发展心身障碍风险之间系统关联的数据。

**研究目的。**开发一个整合性指标，以评估年轻人在变更居住地时发展心身障碍的风险。

**材料和方法。**本研究对象为伏尔加格勒国立医科大学的学生（97名男性和99名女性，年龄18至22岁）。异地学生占男性样本群体的44%（45人）和女性样本群体的60%（61人）。横断面研究于2023年6月春季学期结束时进行，距学生入学并迁居异地已有9个月。使用I. N. 古尔维奇测试评估心身障碍症状，考量了吉森躯体化症状问卷和焦虑抑郁量表（HADS）的指标，并通过哥伦比亚自杀严重性评估量表（C-SSRS）中的自杀意念模块评估自杀意念的严重程度。计算受试者原居地和新居地之间的距离（公里）。

**结果。**发现心身障碍指标的严重程度与年轻人从原居地迁至新居地的迁移距离之间存在显著的正相关关系。划分出四个迁移风险等级，包括零风险（20公里以内）和后三个风险等级（400公里以内，800公里以内和800公里以上）对应的心身化风险区域。计算了男女心身障碍发展迁移风险指标的临界值。研究结果表明，当居住地距原住地距离在400至800公里范围内时，年轻人发展心身障碍的迁移风险最高。

**结论。**描述了居住地变更时，原住地和目的地的地理距离与人在紧张学业环境下发展心身障碍风险的关系。

**关键词：**心身障碍；居住地变更；心身障碍的迁移风险；系统性失调。

## 引用本文：

Mulik AB, Shatyr YuA, Ulesikova IV, Soloviev AG, Doletsky AN, Perepelkin AI, Nazarov NO. 在神经心理和智力负荷增加的情况下，社会适应良好的年轻人发展心身障碍的迁移风险. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):221–232. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco631457>

收到: 30.04.2024

接受: 30.09.2024

发布日期: 04.10.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Распространённость психосоматических расстройств, по разным данным, охватывает до 57% пациентов первичной медицинской сети и от 15 до 50% населения различных стран мира [1]. В Российской Федерации по состоянию на 2021 г. более трети населения (37%) сообщило о наличии симптомов психосоматической патологии [2]. Основными причинами психосоматических расстройств принято считать совокупности различных факторов эндогенной и экзогенной природы, специфически и неспецифически дезадаптирующих психологическое, функциональное и соматическое состояние человека [3]. Эндогенные факторы склонности к психосоматическим расстройствам можно дифференцировать на врождённые и приобретённые. К первым относятся половая принадлежность человека, генетическая и конституциональная предрасположенность к симпатикотонии и стресс-реактивности, повышенный уровень тревожности, невротичности, депрессивности, общей неспецифической реактивности организма [4–6]. К приобретённым факторам риска соматизации человека прежде всего относят хронические и острые заболевания различной природы, циркадианную десинхронизацию и возрастную регрессию [3, 7, 8]. Экзогенными причинами риска развития психосоматических расстройств являются чрезвычайные физические, психоэмоциональные и интеллектуальные нагрузки, экстремальные условия природной среды, травмирующие события социальной сферы жизнедеятельности человека [9–11]. В этом ряду в качестве факторов инициации психосоматических патологий рассматриваются проблемы детско-родительских отношений. Родительский перфекционизм и индуцирование тревоги в семье связаны с проявлениями психосоматической патологии у детей. В то же время устойчивые позитивные внутрисемейные отношения обеспечивают психоэмоциональное и психосоматическое благополучие молодых людей [12, 13].

Некоторые исследования демонстрируют влияние смены места жительства и социального окружения на риск системной дезадаптации у подростков [14]. Выявлено, что сам факт переезда на новое место жительства в раннем детстве является причиной провокации последующего посттравматического стрессового расстройства в подростковом возрасте [15]. На примере миграции человека в пределах одного часового пояса, даже на незначительное расстояние (270 км), доказано изменение черт темперамента при смене места жительства [16]. В ранее выполненном собственном исследовании установлено влияние смены места жительства на развитие системной дезадаптации у социально благополучных молодых людей [17].

Представленные данные позволяют резюмировать, что риск развития психосоматической патологии базируется на совокупности эндогенных предпосылок к дезадаптации организма и наличии внешнего раздражителя,

обладающего стрессорностью по отношению к человеку. Современное научное знание об экзогенных факторах провокации формирования психосоматических нарушений охватывает огромный спектр социальных и психологических воздействий, негативно влияющих на психоэмоциональное состояние человека. По ряду воздействий, ассоциированных с психосоматическими расстройствами, отсутствует научно-обоснованная интерпретация причинно-следственных связей. В отдельных исследованиях отмечалось, что лица, у которых проявлялись симптомы психосоматических расстройств, ранее мигрировали из мест с менее благоприятной социальной средой в более благоприятные условия места жительства. При этом учитывались только социальные характеристики среды [15]. Данное обстоятельство позволяет предположить наличие более сложной системы взаимосвязей факторов окружающей среды и элементов функционирования организма. В частности, сам факт переезда на новое место жительства сопряжён, как минимум, с изменением физико-географических и биогеохимических условий среды жизнедеятельности. Фактическое состояние анализируемой проблемы обосновывает целесообразность поиска интегративного показателя средовой обусловленности психосоматических нарушений соматизации у человека при смене места жительства. Наиболее простым количественным показателем, характеризующим выраженность средовых изменений при миграции человека, является расстояние между исходным и конечным населёнными пунктами места жительства.

Для моделирования анализируемой ситуации в качестве объекта исследования оптимальным является привлечение студенческой молодёжи. Относительная независимость и самостоятельность, определяемая социальным статусом студента, наделяют индивида свободой выбора действий и форм поведения, обеспечивающих максимально эффективную адаптацию к различным факторам среды. В качестве провоцирующего фактора развития психосоматических нарушений целесообразно использовать повышенную нервно-психическую и интеллектуальную нагрузку, связанную с сессионным периодом обучения в медицинском вузе.

**Цель исследования.** Разработать интегративный показатель риска развития психосоматических нарушений у молодых людей при смене места жительства.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали студенты первых курсов Волгоградского государственного медицинского университета. Для работы отобрали 97 мужчин и 99 женщин от 18 до 22 лет, не имеющих хронических соматических и неврологических заболеваний, воспитывавшихся в полной, социально благополучной семье, не испытывающих финансовых и бытовых проблем. Иногородние респонденты составляли 44% (45 человек) в выборочной

совокупности мужчин и 60% (61 человек) — в выборочной совокупности женщин. Поперечное исследование выполняли в июне 2023 г., спустя 9 мес. с момента начала обучения в вузе и, соответственно, с момента смены места жительства иногородними студентами. Исследование проводили в соответствии с принципами Всеобщей декларации о биоэтике и правах человека, в части статей 4 (благо и вред), 5 (самостоятельность и индивидуальная ответственность), 6 (согласие) и 9 (неприкосновенность частной жизни и конфиденциальность) [18].

Тестирование осуществляли в очном режиме, анонимно, во время консультаций перед сдачей экзаменов. Бланки опросников были дополнены вопросами о месте рождения и месте проживания респондентов до поступления в вуз.

Уровень системной дезадаптации респондентов оценивали по тесту И.Н. Гурвича [19], учитывающему симптомы психосоматической, психофизиологической и психологической экстремальной напряжённости. Отдельно учитывали показатели Гиссенского опросника соматических жалоб и показатели тревожно-депрессивных расстройств (шкала HADS), а также определяли наличие суицидальных идеаций по модулю суицидальных идей Колумбийской шкалы серьёзности суицидальных намерений (C-SSRS) [20]. Расстояния (км) между исходными и конечными населёнными пунктами места жительства респондентов определяли средствами электронной картографии с использованием программного обеспечения ArcGIS 9.3. Формирование базы данных первичной информации производили в программах MS Excel 2007 (12.0.6611.1000; Microsoft, США), Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Статистическую обработку результатов исследования выполняли путём расчёта коэффициента корреляции ( $r$ ) Спирмена и методом Вилкоксона–Манна–Уитни.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве основных показателей миграционного риска развития психосоматических нарушений были использованы расстояния (км) от места рождения и места предыдущего проживания до конечного пункта места жительства (Волгоград). Корреляционные связи выраженности симптомов психосоматических нарушений у мужчин и женщин с территориальной отдалённостью места жительства от места рождения отражены на рис. 1, а с территориальной отдалённостью места жительства от места предыдущего

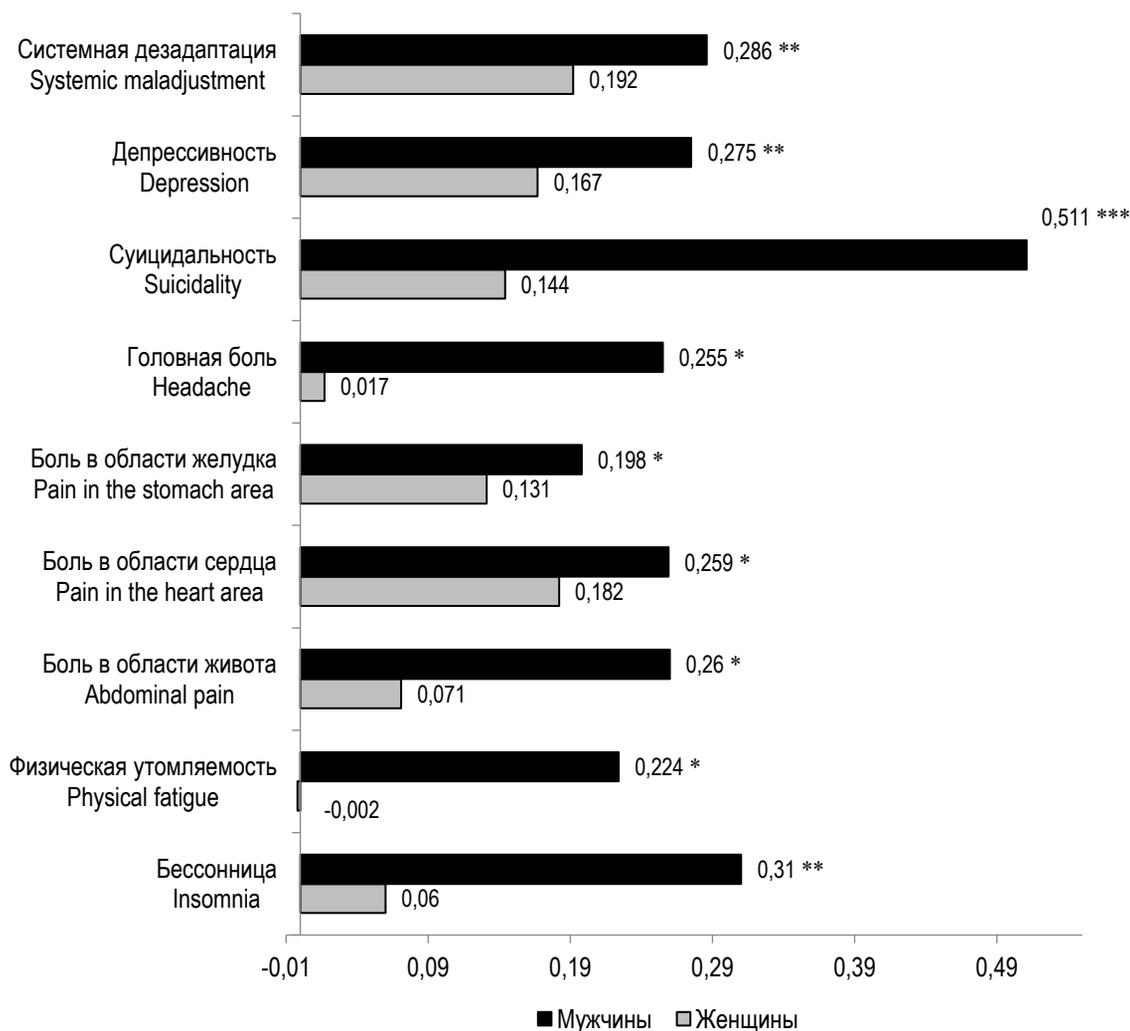
проживания — на рис. 2. На данных рисунках представлены только показатели психосоматической напряжённости, проявившие статистически значимую связь с территориальной отдалённостью конечного пункта места жительства от места рождения и места предыдущего проживания в исследуемых группах мужчин или женщин.

Дальнейший, теоретический, этап работы был направлен на обоснование диапазонов показателя миграционного риска развития психосоматических нарушений у молодых людей. В качестве универсального показателя миграционного риска, характерного как для мужчин, так и для женщин, использовалось расстояние (км) от текущего места жительства до места предыдущего проживания. С учётом фактического слияния ближайших пригородов с административными границами Волгограда, их объединения единой системой транспортного сообщения представлялось целесообразным включение в нулевой диапазон миграционного риска (отсутствие миграционного риска) территорий в границах 20-километровой зоны города. Первый диапазон показателя миграционного риска ограничили расстоянием до 400 км, что в среднем совпадает с границами Волгоградской области, в рамках которых существует относительно единое культурное пространство, общий менталитет, функционируют единые транспортные коммуникации. Территориальная близость предполагает возможность оперативного перемещения молодых людей между населёнными пунктами места жительства и места предыдущего проживания, что в значительной степени способствует сохранению очных связей с родительской семьёй, прежней социальной и природной средой. Второй диапазон показателя миграционного риска определили в границах 400–800 км. В данной зоне находятся территории соседних регионов, зачастую отличающиеся не только климатическими характеристиками природной среды, но и культурными традициями коренного населения. Третий диапазон показателя миграционного риска вынесли за границы 800 км. Это расстояние (от 800 км и более), как правило, предполагает отсутствие реальной возможности на протяжении месяцев очного общения молодых людей с членами родительской семьи, сохранения связей с прежней социальной средой и утрату контакта с исходной природной средой. Распределение респондентов по условным группам миграционного риска отражено в табл. 1.

Выполнено распределение значений исследуемых показателей психосоматических нарушений по четырём

**Таблица 1.** Распределение респондентов по группам расстояний от текущего места жительства до места предыдущего проживания  
**Table 1.** Distribution of respondents by groups of distances from their current place of residence to their previous place of residence

Пол Gender	Распределение студентов по группам миграционного риска   Distribution of students by migration risk groups				Всего   Total
	0 (<20 км)   (<20 km)	I (20–399 км)   (20–399 km)	II (400–800 км)   (400–800 km)	III (>800 км)   (>800 km)	
М   M	55	21	6	15	97
Ж   F	54	21	17	7	99



**Рис. 1.** Корреляционные связи территориальной отдалённости места жительства от места рождения с выраженностью симптомов психосоматических нарушений у мужчин и женщин; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

**Fig. 1.** Correlations of the territorial remoteness of the place of residence from the place of birth with the severity of symptoms of psychosomatic violations in men and women; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

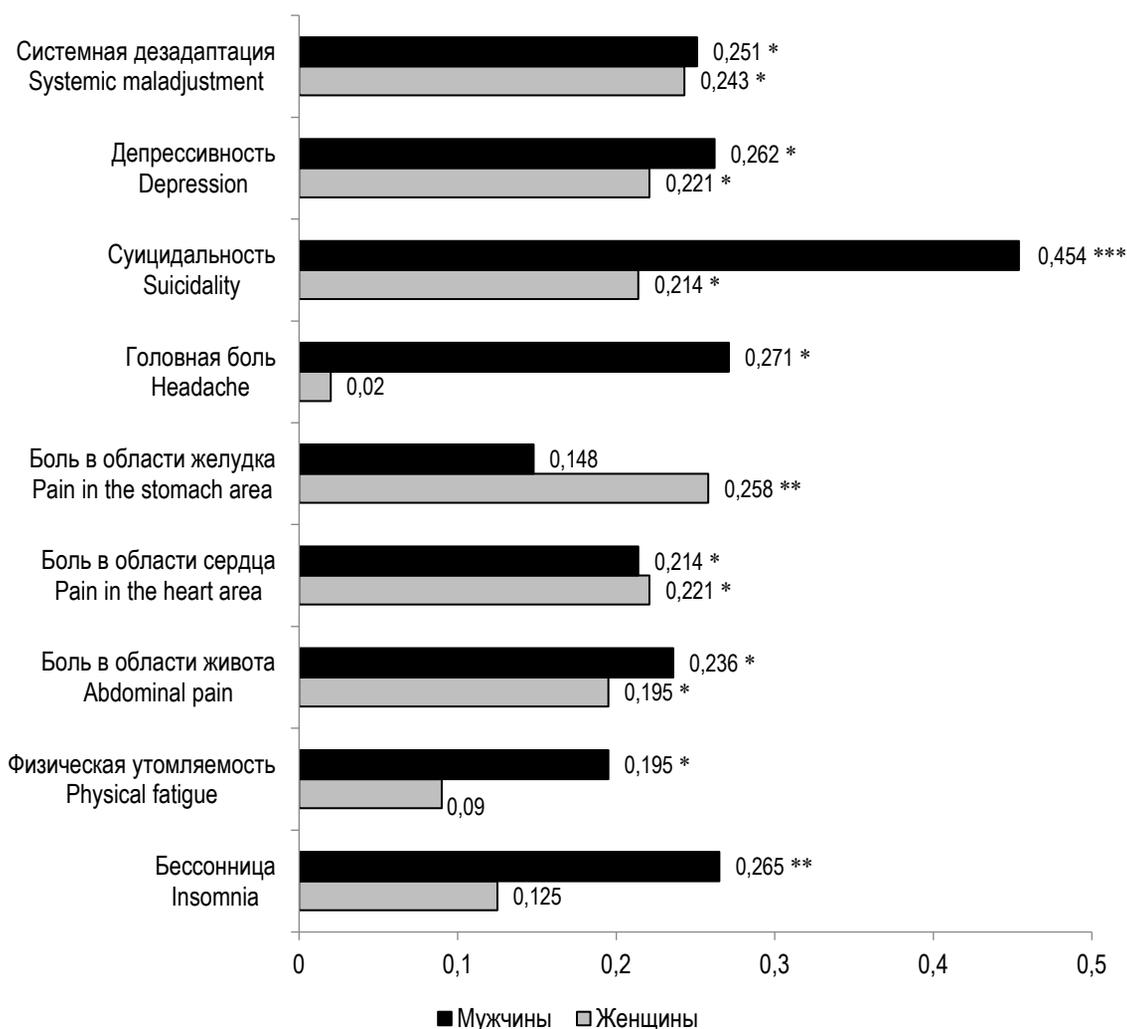
выделенным группам расстояния миграционного перемещения, обозначенным соответствующей степенью миграционного риска у молодых людей. Рассчитан  $p$ -критерий, определивший максимальную выраженность различий анализируемых показателей между представителями нулевой и второй группы миграционного риска (табл. 2).

С целью определения границ потенциальной критичности величин выделенных показателей психосоматических нарушений по каждому из них был предпринят расчёт 75-го перцентиля для группы мужчин и женщин с нулевой степенью миграционного риска (<20 км). Данная процедура обеспечила дифференциацию континуума полученных результатов на две зоны значений, определяющих границы критических величин для каждого показателя риска психосоматических нарушений. Критические величины показателей психосоматических нарушений соответствуют диапазону от 75-го до 100-го перцентиля. В этом диапазоне сконцентрированы величины исследуемых показателей, превышающие 3/4 случаев их

проявления у молодых людей из группы с нулевой степенью миграционного риска, что гарантирует учёт нижней границы значений симптомов потенциальной склонности к психосоматической патологии мужчин и женщин. Результаты расчёта критических значений показателей риска развития психосоматических нарушений отражены в табл. 3.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, полученные на первом, эмпирическом, этапе исследования, свидетельствуют о наличии положительных связей системного проявления психосоматических нарушений с расстояниями миграционного перемещения молодых людей. При этом для мужчин оба показателя миграционного риска развития психосоматических нарушений (расстояния от места жительства до места рождения и места жительства до места предыдущего проживания) проявляют практически одинаковый



**Рис. 2.** Корреляционные связи территориальной отдалённости места жительства от места предыдущего проживания с выраженностью симптомов психосоматических нарушений у мужчин и женщин; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

**Fig. 2.** Correlations of the territorial remoteness of the place of residence from the place of previous residence with the severity of symptoms of psychosomatic violations in men and women; \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

уровень прямой корреляционной связи с выраженностью анализируемых признаков психосоматической напряжённости. В группе женщин территориальная отдалённость места жительства от места рождения не имеет существенной, статистически значимой связи с развитием психосоматических нарушений. По показателю территориальной отдалённости места жительства от места предыдущего проживания у женщин имеется более выраженная положительная связь с проявлениями психосоматических нарушений. Это обстоятельство обосновывает целесообразность универсального использования для мужчин и женщин расстояния (км) от места предыдущего проживания до конечного пункта места жительства в качестве основного показателя миграционного риска развития психосоматических нарушений. Полученные данные полностью соответствуют результатам ранее выполненного собственного исследования, выявившего в условиях интенсивной учебной нагрузки преобладание системной дезадаптации у мужчин, сменивших в текущем году

место жительства, относительно мужчин, проживающих в населённом пункте по месту рождения. Среди женщин, вне зависимости от места рождения и места проживания, выраженного адаптационного напряжения в условиях интенсивной учебной нагрузки не наблюдалось [17]. Широко обсуждаемый гендерный парадокс в суицидологии [21] также подтверждён результатами настоящего исследования, демонстрирующими наличие статистически значимых прямых связей суицидальных идеаций с расстояниями миграционного перемещения преимущественно среди мужчин.

Результаты теоретического исследования, соотношённые в табл. 2 с эмпирическими данными, позволяют констатировать, что миграционный риск соматизации у молодых людей по абсолютному большинству признаков психосоматических нарушений проявляется при территориальной отдалённости места жительства от места предыдущего проживания в диапазоне от 400 до 800 км. Относительно низкий уровень психосоматической

**Таблица 2.** Выраженность показателей психосоматических нарушений у мужчин и женщин с различной степенью миграционного риска**Table 2.** The severity of indicators of psychosomatic violations in men and women with varying degrees of migration risk

Показатель Indicator	Пол Gender	Степень миграционного риска   The degree of migration risk				
		0 (<20 км) (<20 km)	I (20–399 км) (20–399 km)	II (400–800 км) (400–800 km)	III (>800 км) (>800 km)	p (0–II группа) (0–II group)
Системная дезадаптация Systemic maladjustment	М   М	5,20±0,813	5,0±1,20	15,50±3,674	8,20±1,578	0,003
	Ж   F	7,20±0,667	9,00±1,222	11,05±1,434	11,40±2,196	0,026
Депрессивность Depression	М   М	0,88±0,143	1,14±0,226	2,50±0,734	1,80±0,507	0,012
	Ж   F	1,50±0,160	1,71±0,256	2,23±0,272	2,28±0,563	0,034
Суицидальность Suicidality	М   М	0,05±0,031	0,48±0,240	2,50±0,734	1,60±0,542	0,0001
	Ж   F	0,42±0,114	0,47±0,151	0,64±0,196	1,14±0,496	0,120
Головная боль Headache	М   М	0,94±0,107	1,57±0,320	2,00±0,489	1,40±0,221	0,033
	Ж   F	2,07±0,134	2,28±0,236	2,05±0,272	2,14±0,281	0,989
Боль в области желудка Pain in the stomach area	М   М	0,94±0,155	0,14±0,080	1,50±0,244	1,60±0,221	0,126
	Ж   F	1,05±0,107	1,71±0,275	1,70±0,276	1,42±0,321	0,022
Боль в области сердца Pain in the heart area	М   М	0,61±0,103	0,28±0,103	2,00±0,001	1,20±0,322	0,0001
	Ж   F	0,89±0,126	1,19±0,270	1,47±0,251	1,14±0,154	0,031
Боль в области живота Abdominal pain	М   М	0,55±0,104	0,28±0,103	1,50±0,244	1,20±0,322	0,008
	Ж   F	1,15±0,099	1,57±0,229	1,58±0,234	1,42±0,321	0,075
Физическая утомляемость Physical fatigue	М   М	1,44±0,153	1,71±0,160	3,00±0,489	1,80±0,406	0,006
	Ж   F	2,20±0,129	2,42±0,229	2,23±0,272	2,71±0,454	0,978
Бессонница Insomnia	М   М	1,11±0,164	1,28±0,236	3,00±0,489	1,80±0,406	0,001
	Ж   F	1,08±0,139	1,23±0,233	1,23±0,207	1,42±0,519	0,356

Примечание: данные представлены в виде среднего значения признака и ошибки среднего ( $M \pm m$ ).

Note: the data is presented in the form of the average value of the feature and the error of the average ( $M \pm m$ ).

**Таблица 3.** Расчёт критических значений показателей риска развития психосоматических нарушений у мужчин и у женщин**Table 3.** Calculation of critical values of risk indicators for the development of psychosomatic disorders in men and women

Показатель Indicator	Мужчины   Men		Женщины   Women	
	$P_{75}$	Зона риска The risk zone	$P_{75}$	Зона риска The risk zone
Системная дезадаптация Systemic maladjustment	9	10–26	10	11–26
Депрессивность   Depression	2	3–4	2	3–4
Суицидальность   Suicidality	0	1–4	–	–
Головная боль   Headache	1	2–4	–	–
Боль в области желудка Pain in the stomach area	–	–	2	3–4
Боль в области сердца   Pain in the heart area	1	2–4	1	2–4
Боль в области живота   Abdominal pain	1	2–4	–	–
Физическая утомляемость   Physical fatigue	3	4	–	–
Бессонница   Insomnia	2	3–4	–	–

напряжённости в группе респондентов с третьей степенью миграционного риска (>800 км), видимо, связан с отсутствием возможности у молодых людей на протяжении длительного времени очного общения с членами родительской семьи, утратой связей с прежней социальной и природной средой. Данные обстоятельства, несомненно, способствовали их устойчивой адаптации к новым условиям жизнедеятельности.

Следует отметить более широкий спектр показателей риска развития психосоматических нарушений у мужчин, статистически значимо проявляемых различиями между группами с нулевой и второй степенью миграционного риска. При этом системная дезадаптация, депрессивность и боль в области сердца являются общими проявлениями миграционной психосоматической патологии у мужчин и женщин.

В результате выполненной работы охарактеризованы связи территориальной отдалённости исходного и конечного населённого пунктов при смене места жительства с риском развития психосоматических нарушений у человека в условиях напряжённого учебного процесса. Обобщение литературных данных и результатов собственных исследований позволяет резюмировать, что риск развития психосоматической патологии базируется на совокупности хорошо известных эндогенных предпосылок к дезадаптации организма и наличии внешнего иницирующего раздражителя, обладающего стрессорностью по отношению к конкретному человеку. Выявление новых индикаторов риска развития психосоматических нарушений обеспечивает формирование системного знания о механизмах индивидуальной инициации психосоматической патологии и психосоматических расстройств в условиях реальной жизнедеятельности человека.

Вместе с тем необходимо иметь в виду, что предпринятое одномоментное исследование не способно обеспечить подтверждение причинно-следственных связей изучаемых явлений [22], в данном случае — территориальной отдалённости места жительства от места предыдущего проживания, с риском развития психосоматических нарушений у человека. Результаты работы нельзя распространять на детей и подростков, пожилых людей, лиц с хроническими соматическими и неврологическими заболеваниями. Представленная гипотеза миграционного риска требует дальнейшего всестороннего изучения и проверки на других группах населения в различных физико-географических, биогеохимических и социальных условиях среды.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение литературных данных позволило резюмировать, что риск развития психосоматических нарушений определяется совокупностью эндогенных предпосылок к дезадаптации организма и наличием внешнего иницирующего раздражителя, обладающего стрессорностью по отношению к конкретному человеку. Выявление

индикаторов миграционной напряжённости обеспечивает возможность превентивного реагирования на риски развития психосоматических нарушений в условиях реальной жизнедеятельности человека. В результате выполненного исследования определена прямая связь выраженности признаков психосоматических нарушений с расстояниями миграционного перемещения молодых людей. Доказана целесообразность универсального использования для мужчин и женщин расстояния (км) от места предыдущего проживания до конечного пункта места жительства в качестве основного показателя миграционного риска развития психосоматических нарушений. Обоснованы диапазоны расстояний между исходным и конечным населёнными пунктами места жительства, характеризующие уровень риска развития психосоматических нарушений у молодых людей. Выделено четыре степени миграционного риска с нулевым (до 20 км) и последующими тремя (до 400, до 800 и свыше 800 км) территориальными диапазонами риска соматизации. Рассчитаны критические значения показателя миграционного риска развития психосоматических нарушений для мужчин и женщин. Миграционный риск соматизации у молодых людей по абсолютному большинству признаков психосоматических нарушений проявляется при территориальной отдалённости места жительства от места предыдущего проживания в диапазоне от 400 до 800 км. Результаты проведённого исследования обеспечивают персонализированный подход к оценке риска развития психосоматических нарушений.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Вклад авторов.** А.Б. Мулик — концепция и дизайн исследования; Ю.А. Шатыр — написание текста; И.В. Улесикова — первичная обработка материала; А.Г. Соловьёв — редактирование; А.Н. Долецкий — сбор материала; А.И. Перепелкин — сбор материала; Н.О. Назаров — статистическая обработка материала. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Источник финансирования.** Работа выполнена в рамках реализации НИР по программе стратегического лидерства «Приоритет-2030».

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

**Информированное согласие на участие в исследовании.** Участие в исследовании было добровольным. До включения в исследование все участники выразили информированное согласие.

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution:** A.B. Mulik — concept and design of the study; Yu.A. Shatyr — writing the text; I.V. Ulesikova — primary

processing of the material; A.G. Soloviev — editing; A.N. Doletsky — collecting the material; A.I. Perepelkin — collecting the material; N.O. Nazarov — statistical processing of the material. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work).

**Funding sources.** The work was carried out as part of the research project "Forecasting the risks of developing aggressive, suicidal and addictive behavior among the population of territories with different physical-geographical and biogeochemical status" under the strategic leadership program "Priority-2030".

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

**Consent for publication.** Participation in the study was voluntary. Prior to inclusion in the study, all participants expressed informed consent.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lehmann M., Pohontsch N.J., Zimmermann T., et al. Estimated frequency of somatic symptom disorder in general practice: cross-sectional survey with general practitioners // *BMC Psychiatry*. 2022. Vol. 22, N 1. P. 632. doi: 10.1186/s12888-022-04100-0
2. Zolotareva A., Khegay A., Voevodina E., et al. Somatic burden in Russia during the COVID-19 pandemic // *PLoS One*. 2023. Vol. 18, N 3. P. e0282345. doi: 10.1371/journal.pone.0282345
3. Сандомирский М.Е. Интегративная концепция психосоматических расстройств. Екатеринбург: Ридеро, 2019.
4. Григорьев С.Ю. К определению психосоматических расстройств в современной психологии и психосоматической медицине // *Методология современной психологии*. 2023. № 18. С. 101–112. EDN: AVFBOT
5. Мулик А.Б., Попов С.Ф., Назаров Н.О., и др. Факторы физиологической обусловленности индивидуального риска психосоциальной дезадаптации человека // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2017. № 4. С. 115–118. EDN: YKHEAZ doi: 10.19163/1994-9480-2017-4(64)-115-118
6. Torrubia-Pérez E., Reverté-Villarroya S., Fernández-Sáez J., Martorell-Poveda M.A. Analysis of psychosomatic disorders according to age and sex in a rural area: a population-based study // *J Pers Med*. 2022. Vol. 12, N 10. P. 1730. doi: 10.3390/jpm12101730
7. Feng L., Li Z., Gu X., et al. Psychosomatic disorders in patients with gastrointestinal diseases: single-center cross-sectional study of 1186 inpatients // *Gastroenterol Res Pract*. 2021. Vol. 2021. P. 6637084. doi: 10.1155/2021/6637084
8. Guo P., Fang Y., Feng M., et al. Study on the changes in circadian rhythm before and after treatment and the influencing factors in patients with depression // *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2022. Vol. 18. P. 2661–2669. doi: 10.2147/NDT.S384879
9. Исаев Д.Н. Роль современных психогенных и неблагоприятных социальных факторов в генезе психосоматических расстройств у детей // *Обзор психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева*. 1991. № 1. С. 59–62. EDN: YMBURA
10. Серых А.Б., Морозов Ю.Е. Будилковский Г.Н., Лифинцева А.А. Эмоциональная дезадаптация и психосоматическое здоровье юношей и девушек // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта*. 2011. № 4. С. 60–68. EDN: NTOZWW
11. Хайруллина А.Г., Федорова Ю.А., Дубовицкая Т.Д. Влияние стресса на возникновение психосоматических расстройств // *International Journal of Medicine and Psychology*. 2022. Т. 5, № 7. С. 121–125. EDN: JAIDLТ
12. Лифинцева А.А., Холмогорова А.Б. Семейные факторы психосоматических расстройств у детей и подростков // *Консультативная психология и психотерапия*. 2015. № 1. С. 70–83. EDN: TWPRQZ
13. Михальчи Е.В. Внутрисемейные отношения как фактор, влияющий на успех в жизни для студента вуза // *Гуманитарные научные исследования*. 2015. № 1-2. С. 10–18. EDN: TMLFWP
14. Schmidt N.M., Krohn M.D., Osyuk T.L. Modification of housing mobility experimental effectson delinquency and educational problems: middle adolescenceasa sensitive period // *Journal Youth Adolesc*. 2018. Vol. 47, N 10. P. 2009–2026. doi: 10.1007/s10964-018-0859-9
15. Norris D.C., Wilson A. Early-childhood housing mobility and subsequent PTSD in adolescence: a moving to opportunity reanalysis // *F1000Res*. 2016. Vol. 5. P. 1014. doi: 10.12688/f1000research.8753.1
16. Караваева Е.Н., Савченков Ю.И. Изменения черт темперамента при переезде в другой регион на постоянное жительство // *Сибирское медицинское обозрение*. 2011. № 4. С. 53–55. EDN: NWYKPK
17. Мулик А.Б., Долецкий А.Н., Юсупов В.В., и др. Особенности адаптации молодых людей к новым условиям окружающей среды при смене места жительства // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2022. Т. 19, № 4. С. 78–87. EDN: IUQLGV doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-4-78-87
18. World Network of Biosphere Reserves, 2014–2015 // *Цифровая библиотека UNESCO*. Режим доступа: [https://unesco.org/ark:48223/pf0000146180\\_rus](https://unesco.org/ark:48223/pf0000146180_rus) Дата обращения: 08.01.2020.
19. Дьяконов И.Ф., Колчев А.И., Овчинников Б.В. Основные методы психологической диагностики в практике врача. СПб.: ВмедА, 2005. EDN: QLLNEJ
20. Солдаткин В.А., Ковалёв А.И., Крючкова М.Н., и др. Клиническая психометрика. Ростов-на-Дону: Изд-во РостГМУ, 2020.
21. Мулик А.Б., Шатыр Ю.А., Глушаков Р.И., и др. Психосоматические маркеры суицидальности // *Профилактическая медицина*. 2024. Т. 27, № 5. С. 84–91. EDN: LQNVSL doi: 10.17116/profmed20242705184
22. Холматова К.К., Горбатова М.А., Харькова О.А., Гржибовский А.М. Поперечные исследования: планирование, размер выборки, анализ данных // *Экология человека*. 2016. Т. 23, № 2. С. 49–56. EDN: VQGTNJ doi: 10.33396/1728-0869-2016-2-49-56

## REFERENCES

1. Lehmann M, Pohontsch NJ, Zimmermann T, et al. Estimated frequency of somatic symptom disorder in general practice: cross-sectional survey with general practitioners. *BMC Psychiatry*. 2022;22(1):632. doi: 10.1186/s12888-022-04100-0
2. Zolotareva A, Khegay A, Voevodina E, et al. Somatic burden in Russia during the COVID-19 pandemic. *PLoS One*. 2023;18(3):e0282345. doi: 10.1371/journal.pone.0282345
3. Sandomirskii M.E. The integrative concept of psychosomatic disorders. Ekaterinburg: Ridero; 2019. (In Russ.)
4. Grigor'ev SYu. Towards the definition of psychosomatic disorders in modern psychology and psychosomatic medicine. *Methodology of Modern Psychology*. 2023;(18):101–112. (In Russ.) EDN: AVFBOT
5. Mulik AB, Popov SF, Nazarov NO, et al. Factors of physiological conditionality of individual risk of psychoemotional disadaptation. *Journal of Volgograd State Medical University*. 2017;(4):115–118. (In Russ.) EDN: YKHEAZ  
doi: 10.19163/1994-9480-2017-4(64)-115-118
6. Torrubia-Pérez E, Reverté-Villarroya S, Fernández-Sáez J, Martorell-Poveda MA. Analysis of psychosomatic disorders according to age and sex in a rural area: a population-based study. *J Pers Med*. 2022;12(10):1730. doi: 10.3390/jpm12101730
7. Feng L, Li Z, Gu X, et al. Psychosomatic disorders in patients with gastrointestinal diseases: single-center cross-sectional study of 1186 inpatients. *Gastroenterol Res Pract*. 2021;2021:6637084. doi: 10.1155/2021/6637084
8. Guo P, Fang Y, Feng M, et al. Study on the changes in circadian rhythm before and after treatment and the influencing factors in patients with depression. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2022;(18):2661–2669. doi: 10.2147/NDT.S384879
9. Isaev DN. The role of modern psychogenic and adverse social factors in the genesis of psychosomatic disorders in children. *V.M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology*. 1991;(1):59–62. (In Russ.) EDN: YMBURA
10. Serykh AB, Morozov JuYe, Budilovsky GN, Lifintseva AA. The emotional disadaptation and psychosomatic health of young men and women. *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University*. 2011;(4):60–68. (In Russ.) EDN: NTOZWW
11. Khayrullina AG, Fedorova YuA, Dubovitskaya TD. The stress influence on the occurrence of psychosomatic disorders. *International Journal of Medicine and Psychology*. 2022;5(7):121–125. EDN: JAIDL T
12. Lifintseva AA, Kholmogorova AB. Family factors of psychosomatic disorders in children and adolescents. *Counseling Psychology and Psychotherapy*. 2015;(1):70–83. EDN: TWPRQZ
13. Mikhilchi EV. Intrafamily relationships as a high school students life success factor. *Humanities Scientific Researches*. 2015;(1-2):10–18. (In Russ.) EDN: TMLFWP
14. Schmidt NM, Krohn MD, Osypuk TL. Modification of housing mobility experimental effect on delinquency and educational problems: middle adolescence as a sensitive period. *Journal Youth Adolesc*. 2018;47(10):2009–2026. doi: 10.1007/s10964-018-0859-9
15. Norris DC, Wilson A. Early-childhood housing mobility and subsequent PTSD in adolescence: a moving to opportunity reanalysis. *F1000Res*. 2016;5:1014. doi: 10.12688/f1000research.8753.1
16. Karavaeva EN, Savchenkov Yul. Changes in the temperament's features after moving to another region to live. *Siberian Medical Review*. 2011;(4):53–56. (In Russ.)
17. Mulik AB, Doletsky AN, Yusupov VV, et al. Features of adaptation of young people to new environmental conditions when changing the place of residence. *Journal of Volgograd State Medical University*. 2022;19(4):78–87. EDN: IUQLGV  
doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-4-78-87
18. World Network of Biosphere Reserves, 2014–2015. *UNESCO Digital Library*. [cited 08 Jan 2020]. Available from: [http://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000046180\\_rus](http://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000046180_rus)
19. D'yakonov IF, Kolchev AI, Ovchinnikov BV. The main methods of psychological diagnosis in the practice of a doctor. Saint-Petersburg: VmedA; 2005. (In Russ.) EDN: QLLNEJ
20. Soldatkin VA, Kovalev AL, Kryuchkova MN, et al. Clinical psychometrics. Rostov-on-Don: Izd-vo RostGMU; 2020. (In Russ.)
21. Mulik AB, Shatyr YuA, Glushakov RI, et al. Psychosomatic suicidality markers. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2024;27(5):84–91. EDN: LQNVSL  
doi: 10.17116/profmed20242705184
22. Kholmatova KK, Gorbatova MA, Kharkova OA, Grijbovski AM. Cross-sectional studies: planning, sample size, data analysis. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(2):49–56. EDN: VQGTNJ doi: 10.33396/1728-0869-2016-2-49-56

## ОБ АВТОРАХ

\***Мулик Александр Борисович**, д-р биол. наук, профессор;  
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика  
Лебедева, 6;  
ORCID: 0000-0001-6472-839X;  
eLibrary SPIN: 8079-9698;  
e-mail: mulikab@mail.ru

**Шатыр Юлия Александровна**, канд. биол. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0001-9279-5282;  
eLibrary SPIN: 2942-6250;  
e-mail: yuliashatyr@gmail.com

## AUTHORS' INFO

\***Aleksandr B. Mulik**, Dr. Sci. (Biology), Professor;  
address: 6 Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044,  
Russia;  
ORCID: 0000-0001-6472-839X;  
eLibrary SPIN: 8079-9698;  
e-mail: mulikab@mail.ru

**Yulia A. Shatyr**, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor;  
ORCID: 0000-0001-9279-5282;  
eLibrary SPIN: 2942-6250;  
e-mail: yuliashatyr@gmail.com

**Улесикова Ирина Владимировна**, канд. биол. наук;

ORCID: 0000-0001-9284-3280;

eLibrary SPIN: 9859-6036;

e-mail: ulesikovairina@mail.ru

**Соловьёв Андрей Горгоньевич**, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-0350-1359;

eLibrary SPIN: 2952-0619;

e-mail: asoloviev1@yandex.ru

**Долецкий Алексей Николаевич**, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0001-6191-3901;

eLibrary SPIN: 1963-1943;

e-mail: andoletsky@gmail.com

**Перепелкин Андрей Иванович**, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0001-5964-3033;

eLibrary SPIN: 5545-8353;

e-mail: similipol@mail.ru

**Назаров Никита Олегович**, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-0668-4664;

eLibrary SPIN: 9126-2809;

e-mail: naznik86@gmail.com

**Irina V. Ulesikova**, Cand. Sci. (Biology);

ORCID: 0000-0001-9284-3280;

eLibrary SPIN: 9859-6036;

e-mail: ulesikovairina@mail.ru

**Andrey G. Soloviev**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-0350-1359;

eLibrary SPIN: 2952-0619;

e-mail: asoloviev1@yandex.ru

**Alexey N. Doletsky**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0001-6191-3901;

eLibrary SPIN: 1963-1943;

e-mail: andoletsky@gmail.com

**Andrey I. Perepelkin**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0001-5964-3033;

eLibrary SPIN: 5545-8353;

e-mail: similipol@mail.ru

**Nikita O. Nazarov**, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-0668-4664;

eLibrary SPIN: 9126-2809;

e-mail: naznik86@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633999>

# Полиморфизм генов, вовлечённых в регуляцию артериального давления, у пожилых жителей Архангельской области

Н.А. Бебякова, Н.И. Печинкина, С.Н. Левицкий, И.А. Шабалина, А.В. Кудрявцев

Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Проживание на Севере предъявляет повышенные требования к функционированию сердечно-сосудистой системы, что обуславливает необходимость изучения генов-кандидатов, связанных с риском развития сердечно-сосудистой патологии у коренных и пришлых жителей региона. Полиморфные локусы генов ренин-ангиотензиновой системы, NO-синтазы, системы эндотелина-1 участвуют в нарушениях нормального функционирования сердечно-сосудистой системы, изменяя с возрастом показатели артериального давления. По этой причине важно проводить оценку полиморфизма данных генов среди пожилых людей.

**Цель.** Сравнение частот аллелей генов и генотипов, вовлечённых в регуляцию артериального давления, включая гены ангиотензиногена *AGT* (rs699 и rs4762), рецептора 1 типа ангиотензина 2 *AGTR1* (rs5186), ангиотензин-превращающего фермента *ACE* (rs4646994), эндотелиальной NO-синтазы *NOS3* и эндотелина-1 *EDN1* (rs5370), у коренных и некоренных пожилых жителей Архангельской области.

**Материал и методы.** Проведено поперечное исследование с использованием случайной выборки жителей Архангельска в возрасте 60–74 лет ( $n=604$ , мужчины — 36,4%). Молекулярно-генетический анализ включал определение аллелей и генотипов шести генов, вовлечённых в регуляцию артериального давления. Оценка соответствия эмпирических распределений генотипов теоретически ожидаемым по равновесию Харди–Вайнберга и сравнение эмпирических распределений в группах производили в программном обеспечении Stata 18.0.

**Результаты.** Аллели, ассоциированные с риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, в исследуемой популяции были минорными. Частотные распределения генотипов изучаемых вариантов нуклеотидной последовательности генов соответствовали закону Харди–Вайнберга, за исключением варианта T704C гена *AGT* (rs699) у коренных жителей. Не было выявлено значимых отклонений распределения частот аллелей и генотипов в изучаемой выборке от общемировых данных и от данных по жителям европейской части России, кроме частот аллеля 1166C гена *AGTR1*, 95% доверительные интервалы для которых у некоренных и коренных пожилых жителей Архангельской области находились ниже общемирового уровня. Это предположительно свидетельствует, что данный аллель является вариантом отбора, связанным с адаптацией к условиям Севера.

**Заключение.** Полиморфизм генов, вовлечённых в регуляцию артериального давления, не различался у коренных и некоренных жителей Архангельской области. Однако частоты встречаемости аллеля 1166C гена *AGTR1* среди коренных и некоренных жителей области были ниже в сравнении с общемировыми данными.

**Ключевые слова:** артериальное давление; пожилые люди; коренное население; полиморфизм генов.

## Как цитировать:

Бебякова Н.А., Печинкина Н.И., Левицкий С.Н., Шабалина И.А., Кудрявцев А.В. Полиморфизм генов, вовлечённых в регуляцию артериального давления, у пожилых жителей Архангельской области // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 233–246. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633999>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633999>

# Polymorphism of genes involved in the regulation of blood pressure in elderly residents of the Arkhangelsk region

Natalia A. Bebyakova, Natalya I. Pechinkina, Sergey N. Levitsky, Irina A. Shabalina, Alexander V. Kudryavtsev

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Living in the northern climate is associated with increased cardiovascular stress, which highlights the necessity for the study of candidate genes associated with the risk of cardiovascular diseases in both the native population and newcomers. Polymorphic loci of the renin-angiotensin system, NO-synthase, and endothelin-1 system genes have been identified as contributors to cardiovascular dysfunction and age-related blood pressure shifts. It is therefore crucial to assess the genetic polymorphism in the elderly population.

**AIM:** To compare frequencies of gene alleles and genotypes involved in blood pressure regulation, including angiotensinogen *AGT* (rs699 and rs4762), angiotensin 2 type 1 receptor *AGTR1* (rs5186), angiotensin converting enzyme *ACE* (rs4646994), endothelial NO synthase *NOS3* and endothelin-1 *EDN1* (rs5370) genes, in the native and non-native elderly population of the Arkhangelsk region.

**MATERIALS AND METHODS:** A cross-sectional study was conducted in a random sample of Arkhangelsk residents between the ages of 60 and 74 years (N=604, with 36.4% of males). The molecular genetic analysis was conducted to determine the alleles and genotypes of six genes that are involved in blood pressure regulation. The Stata 18.0 software was used to assess the deviations of empirical genotype distributions from the predicted Hardy–Weinberg equilibrium and to compare the empirical distributions between the study groups.

**RESULTS:** Alleles associated with the risk of cardiovascular diseases were minor in the study population. The genotype frequency distributions for the analyzed genetic variants were consistent with the Hardy–Weinberg principle, with the exception of the T704C variant of the *AGT* gene (rs699) in the native participants. The allele and genotype frequency distributions in the study sample were found to be similar to those reported worldwide and in European Russia. One exception was *AGTR1* gene A1166C frequencies, with their 95% confidence intervals falling below the global level for both native and non-native elderly residents of the Arkhangelsk region. This may suggest that this allele is a selection variant associated with adaptation to the climate of the northern regions.

**CONCLUSION:** The genetic polymorphism in blood pressure regulation was found to be similar between the native and non-native populations of the Arkhangelsk region. However, the *AGTR1* gene A1166C frequency among the native population and newcomers was found to be lower than that observed globally.

**Keywords:** blood pressure; elderly; native population; genetic polymorphism.

## To cite this article:

Bebyakova NA, Pechinkina NI, Levitsky SN, Shabalina IA, Kudryavtsev AV. Polymorphism of genes involved in the regulation of blood pressure in elderly residents of the Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):233–246. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633999>

Received: 02.07.2024

Accepted: 04.10.2024

Published online: 25.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633999>

# 阿尔汉格尔斯克州老年居民中参与调节血压的基因多态性

Natalia A. Bebyakova, Natalya I. Pechinkina, Sergey N. Levitsky, Irina A. Shabalina, Alexander V. Kudryavtsev

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

## 摘要

**背景。**北方地区的生活对心血管系统提出了更高的要求，因此有必要研究与心血管疾病风险相关的候选基因，这些基因涉及本地和非本地居民。肾素-血管紧张素系统、NO合酶和内皮素-1系统基因的多态性位点与心血管系统功能异常有关，并随着年龄增长影响血压变化。因此，对老年人群中这些基因的多态性进行评估非常重要。

**研究目的。**比较阿尔汉格尔斯克州本地和非本地老年居民中与血压调节相关基因的等位基因频率和基因型，包括血管紧张素原AGT基因（rs699和rs4762）、血管紧张素II<sub>1</sub>型受体AGTR1基因（rs5186）、血管紧张素转化酶ACE基因（rs4646994）、内皮型NO合酶NOS3基因和内皮素-1 EDN1基因（rs5370）。

**材料和方法。**本研究为横断面研究，采用随机抽样法选取阿尔汉格尔斯克市60-74岁居民（N=604，其中男性占36.4%）。分子遗传学分析包括六个与血压调节相关基因的等位基因和基因型的检测。基因型分布的观察值与哈迪-温伯格平衡的理论预期值的适配性和组间观察分布的比较在Stata 18.0软件中完成。

**结果。**在研究人群中，与心血管疾病风险相关的等位基因为次要等位基因。除AGT基因的T704C位点（rs699）在本地居民中外，研究基因位点的基因型频率分布符合哈迪-温伯格平衡。阿尔汉格尔斯克州老年本地和非本地居民的等位基因和基因型频率分布与全球数据和俄罗斯欧洲地区居民数据无显著差异，但AGTR1基因1166C等位基因频率的95%置信区间在本地和非本地老年居民中低于全球水平。这可能表明该等位基因是与北方环境适应相关的选择性变体。

**结论。**阿尔汉格尔斯克州本地和非本地居民中调节血压的基因多态性没有显著差异。然而，AGTR1基因1166C等位基因的频率在该地区本地和非本地居民中均低于全球数据。

**关键词：**血压；老年人；本地居民；基因多态性。

## 引用本文：

Bebyakova NA, Pechinkina NI, Levitsky SN, Shabalina IA, Kudryavtsev AV. 阿尔汉格尔斯克州老年居民中参与调节血压的基因多态性. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):233-246. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco633999>

收到: 02.07.2024

接受: 04.10.2024

发布日期: 25.10.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Численность пожилого населения в мире продолжает расти. По прогнозам, темп роста ускорится в ближайшие десятилетия. Такие демографические изменения побуждают адаптировать различные социальные сферы, в том числе здравоохранение [1]. Возраст относится к факторам риска возникновения сердечно-сосудистых нарушений, прежде всего формирования артериальной гипертензии. Проживание в неблагоприятных климатогеографических условиях предъявляет повышенные требования к функционированию сердечно-сосудистой системы. В северных широтах, в которых расположена Архангельская область, неблагоприятное воздействие оказывают значительные годовые амплитуды колебания температур, особенности фотопериодики, перепады атмосферного давления и другие факторы. Установлено, что в холодное время года у северян изменяется системное артериальное давление (АД), появляется дополнительная нагрузка на сердце [2].

Генофонд популяций формируется в результате исторического развития, социально-экономических факторов и влияния условий окружающей среды. В связи с этим определённый интерес представляют популяции, проживающие в климатических условиях Севера на протяжении ряда поколений в сравнении с пришлым населением региона. На территории Архангельской области были проведены исследования по изучению геномного полиморфизма популяций коренных жителей европеоидной расы [3]. Изучали вариабельность митохондриальной ДНК и ядерного генома, включая варианты отдельных генов: *GSTA1*, *GSTT1*, *TP53*, *DRD2*. Поскольку условия Европейского Севера предъявляют повышенные требования к функционированию сердечно-сосудистой системы, важным представляется изучение распространённости генов-маркеров, связанных с риском развития сердечно-сосудистой патологии у коренных и пришлых жителей региона [3].

Генетические особенности также рассматриваются в качестве факторов риска сердечно-сосудистых нарушений. В частности, полиморфизм генов ренин-ангиотензиновой системы (РАС), NO-синтазы, системы эндотелина-1 связывают с развитием гемодинамических нарушений [4, 5]. Имеются данные о том, что с увеличением возраста появляются особенности влияния полиморфных аллелей генов РАС, гена *NOS3* на показатели АД, пульсовое давление, артериальную жёсткость [6–8].

Большинство популяционных исследований, посвящённых изучению полиморфизма генов, включает разные возрастные группы. С учётом влияния полиморфных генетических маркеров на качество и продолжительность жизни через неблагоприятные эффекты на сердечно-сосудистую систему важным этапом является оценка частотного распределения аллелей и генотипов полиморфных локусов генов в группе пожилых людей.

**Цель исследования.** Сравнительный анализ распространённости вариантов аллелей генов, вовлечённых

в регуляцию АД, в популяции пожилых коренных и некоренных жителей Архангельской области.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С мая по октябрь 2023 г. проведено поперечное исследование с использованием случайной выборки городского населения пожилого возраста. Участников набирали из числа жителей Архангельска, вошедших в 2015–2017 гг. в случайную популяционную выборку исследования «Узнай своё сердце», сформированную на основе обезличенной базы адресов жителей города, предоставленной региональным фондом обязательного медицинского страхования [9]. Для формирования этой выборки отбирали и посещали случайные адреса застрахованных в системе обязательного медицинского страхования, проживающих по ним мужчин и женщин приглашали к участию в исследовании.

В исследовании «Узнай своё сердце» приняли участие 2381 житель Архангельска в возрасте от 35 до 69 лет. Отклик среди приглашённых составил 68%. На основании полученных информированных согласий на предоставление контактных данных и на приглашение к участию в новых исследованиях набор участников настоящего исследования проводили посредством телефонных и почтовых контактов с участниками исследования «Узнай своё сердце» в возрасте 60–74 лет. Основу выборки на 01 апреля 2023 г. составили 982 человека. Согласившиеся приглашались для прохождения обследования на базе консультативно-диагностической поликлиники ФГБОУ ВО СГМУ (г. Архангельск) Минздрава России. Критерии исключения: наличие симптомов острых инфекций или обострения хронических заболеваний накануне или непосредственно перед обследованием. Общая численность обследованных — 605 человек. Отклик на участие в исследовании составил 62% от общей численности основы выборки.

В рамках исследования проводили устный опрос, включавший сбор информации о месте рождения участника, месте рождения родителей и родителей каждого из родителей (три поколения). Участников, у которых не менее двух предшествующих поколений со стороны отца и матери родились в Архангельской области, считали коренными жителями. Остальных участников рассматривали как некоренных жителей. Один участник был исключён из анализа по причине отсутствия необходимых сведений для данной классификации.

Цельную кровь участников исследования для анализа ДНК забирали из локтевой вены в вакуумные системы с ЭДТА в качестве антикоагулянта. Хранение и транспортировку биообразцов в лабораторию осуществляли при соблюдении температурного режима +4 °С. После доставки вакутейнеры с цельной кровью замораживали при -20 °С до проведения молекулярно-генетического исследования.

Молекулярно-генетический анализ включал определение аллелей и генотипов шести генов, вовлечённых в регуляцию АД. Изучали гены, связанные с вазоконстрикцией, детерминирующие синтез ангиотензиногена (*AGT*), рецептора 1 типа ангиотензина 2 (*AGTR1*), эндотелина-1 (*EDN1*), ангиотензин-превращающего фермента (*ACE*) и эндотелиальной NO-синтазы, определяющие синтез вазодилатора — оксида азота. Анализируемые варианты генов (табл. 1) были выбраны на основании литературных данных, включающих метаанализы и оригинальные статьи [10–23]. При отборе вариантов генов учитывали данные собственных исследований, полученные при обследовании молодых уроженцев Архангельской области, в которых было показано, что изучаемые варианты генов способствуют развитию дисбаланса вазоактивных эндотелиальных факторов и могут выступать в качестве генетических факторов формирования вазоконстрикции [24–27].

Анализ частот встречаемости аллелей всех изучаемых полиморфных вариантов генов проводили в сравнении

с общемировыми данными (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/>) и данными жителей европейской части России проекта по объединению генетической информации между клиническими лабораториями и геномными центрами России RUSeq (<http://ruseq.ru/#/>).

Аналізу подвергали геномную ДНК человека, выделенную из лейкоцитов цельной крови с помощью реагентов фирмы «Литех» (Россия). Полиморфизм генов определяли с помощью двух типов реагентов методом ПЦР с флуоресцентной схемой детекции продуктов в режиме реального времени на амплификаторе LightCycler-96 (Roche, Швейцария/Германия). Для определения полиморфизма генов *AGT* Met235Thr, *AGTR1* A1166C, *ACE* Alu ins/del, *AGT* Thr174Met, *NOS3* C(-786)T в реакционной смеси содержались праймеры, необходимые для амплификации участка, содержащего полиморфизм, и два аллель-специфичных гидролизных зонда, содержащих полиморфный сайт. Зонд, содержащий полиморфизм аллель 1, был мечен флуорофором HEX, аллель 2 — флуорофором FAM.

**Таблица 1.** Рассматриваемые варианты генов-кандидатов артериальной гипертензии

**Table 1.** Considered variants of candidate genes for arterial hypertension

Ген The gene	NCBI, dbSNP	Локализация Localization	Полиморфный локус Polymorphic locus	Область изменения в гене (белке) The area of change in the gene (protein)	Аллель, повы- шающий риск сердечно-сосуди- стой патологии An allele that increases the risk of cardiovascular disease	Ссылки Links
Ангиотензиногена ( <i>AGT</i> ) Angiotensinogen ( <i>AGT</i> )	rs699	1q42.2	T704C	Кодирующий участок Coding area; Met235Thr	C	[11, 20, 23]
Ангиотензиногена ( <i>AGT</i> ) Angiotensinogen ( <i>AGT</i> )	rs4762	1q42.2	C521T	Кодирующий участок Coding area; Thr174 Met	T	[20, 23]
Рецептора 1 типа ангиотензина 2 ( <i>AGTR1</i> ) Angiotensin type 2 receptor 1 ( <i>AGTR1</i> )	rs5186	3q24	A1166C	3 некодирующая зона 3 non-coding zone	C	[10, 17, 21]
Ангиотензин превращающего фермента ( <i>ACE</i> ) Angiotensin converting enzyme ( <i>ACE</i> )	rs4646994	17q23.3	Инсерция/ делеция в 16 интроне Insertion/ deletion in 16 introns	Интронная область The intron area	D	[7, 10, 14]
Эндотелиальной NO-синтазы ( <i>NOS3</i> ) Endothelial NO synthase ( <i>NOS3</i> )	rs2070744	7q35-36	T(-786)C	Промотор The promoter	C	[12, 13, 22]
Эндотелина-1 ( <i>EDN1</i> ) Endothelin-1 ( <i>EDN1</i> )	rs5370	6p24.1	G596T	Кодирующий участок Coding area; Lys198Asn	T	[15, 16, 18, 19]

Дискриминация аллелей осуществлялась за счёт различной эффективности разрушения Taq-полимеразой полностью и неполностью комплементарного зонда.

С образцом выделенной ДНК для определения полиморфизма гена *EDN1* Lys198Asn (G596T) параллельно проводили две реакции амплификации — с двумя парами аллель-специфичных праймеров. Для детекции амплифицированного фрагмента ДНК в данном случае использовали интеркалирующий краситель SYBR Green, специфичный к двухцепочечной ДНК.

Результаты лабораторных анализов вводили в электронную базу данных и дублировали на бумажном носителе. Во избежание ошибок результаты ввода впоследствии сверяли с результатами анализов, продублированными в бумажном виде.

Категориальные переменные описывали абсолютными значениями (абс.) и процентными долями (%). Отдельные категориальные переменные, отражающие распространённость изучаемых характеристик в популяции, представлены с 95% доверительными интервалами (ДИ). Сравнения частотных распределений изучаемых признаков в анализируемых группах проводили с помощью теста хи-квадрат Пирсона.

Оценка соответствия эмпирического распределения генотипов в группах коренных и некоренных жителей теоретически ожидаемому при равновесии Харди–Вайнберга (ХВ) и сравнение эмпирических распределений в группах производили в программном обеспечении Stata с использованием команды `genhwcci`, предложенной J. Cui и соавт. [28, 29]. Данная команда оценивает частоты аллелей и генотипов, коэффициентов неравновесия и соответствующей стандартной ошибки для кододоминантных признаков или данных полностью известных генотипов в исследованиях «случай–контроль». В данном анализе группу коренных жителей рассматривали в качестве группы случаев, группу некоренных — в качестве контрольной. Для генотипической оценки каждой из групп выполнены асимптотические тесты равновесия ХВ, а также тесты ХВ на предмет генотипического распределения случаев при условии, что генотипическое распределение контрольной группы имеет равновесие ХВ, результаты которых отражали различия распределения генотипов в группах коренных и некоренных жителей. Результаты анализа представлены в виде результатов тестов хи-квадрат и отношения правдоподобия.

Статистически значимыми считали результаты при  $p < 0,05$ . Для анализа данных использовали Stata 18.0 (Stata Corp, USA, Texas, College Station).

От всех участников получено письменное информированное согласие на участие в исследовании, форма которого была подготовлена в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации и одобрена локальным этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 03/04–23 от 26.04.2023 г.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализируемая выборка ( $n=604$ ) включала 384 (63,6%) женщины и 220 (36,4%) мужчин. Все участники исследования принадлежали к европеоидной расе, проживали на территории Архангельской области более 10 лет. Жители, предки которых не менее двух предшествующих поколений со стороны отца и матери родились в Архангельской области, были определены в группу коренных — 200 (33,1%) человек, остальные участники были отнесены в группу некоренных жителей — 404 (66,9%) человека.

В табл. 2 представлены результаты сравнительного анализа абсолютных показателей частот встречаемости референсных и вариативных аллелей изучаемых генов и генотипов.

Исследование частот аллелей и генотипов полиморфных маркеров изученных генов показало, что в популяции коренного и некоренного пожилого населения Архангельской области эмпирическое распределение генотипов соответствовало теоретически ожидаемому при равновесии ХВ ( $p > 0,05$ ), за исключением локуса *AGT* (rs699), для которого отмечалось несоответствие закону ХВ, связанное с увеличением гетерозиготности: выявлено увеличение фактической гетерозиготности по сравнению с теоретической на 14,7% (с 99,4 до 114,0);  $p=0,037$ .

Сравнительный анализ частот встречаемости аллелей полиморфных локусов генов популяции жителей Архангельской области в сравнении с общемировыми данными [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/>] и популяций жителей Европейской России [<http://ruseq.ru/#/>] представлен в табл. 3.

Установлено, что частоты аллелей полиморфных маркеров изучаемых генов в исследовании не отличались от мировых данных и данных по европейским популяциям, кроме аллеля 1166С гена *AGTR1*. В группе коренных жителей Архангельской области частота встречаемости данного аллеля составила 0,208 (95% ДИ: 0,169–0,251), что ниже средних общемировых показателей (0,275) и показателей жителей Европейской России (0,256). В группе некоренных жителей также наблюдалось снижение частоты встречаемости аллеля 1166С гена *AGTR1* (0,234; 95% ДИ: 0,205–0,265) по сравнению с общемировыми показателями (0,275).

Сравнительный анализ частот аллелей изучаемых полиморфных локусов генов в группах коренных и некоренных жителей пожилого возраста, проживающих на территории Архангельской области, также не выявил статистически значимых различий в распространении аллелей, связанных с повышением АД (табл. 4).

Аналогичные результаты показал и сравнительный анализ частот встречаемости генотипов в группах коренного и некоренного населения пожилых людей Архангельской области (см. табл. 4).

Было выявлено, что аллели, увеличивающие риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, являлись

**Таблица 2.** Абсолютные частоты встречаемости гомозигот по референсному и вариативному аллелю, гетерозигот, ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготность среди коренных и некоренных жителей Архангельской области 60–74 лет

**Table 2.** Absolute frequencies of homozygotes for the reference and variant alleles, heterozygotes, expected and observed heterozygosity among the indigenous and non-indigenous residents of Arkhangelsk region aged 60–74 years

Группа жителей области A group of residents of the region	n	Гомозиготы (референсный аллель), абс. Homozygotes (reference allele), abs.	Гетеро- зиготы, абс. Hetero- zygotes, abs.	Гомозиготы (вариативный аллель), абс. Homozygotes (variable allele), abs.	Референсный аллель, абс. The reference allele, abs.	Вариативный аллель, абс. The variable allele, abs.	Ожидаемая гетеро- зиготность, абс. Expected hetero- zygosity, abs.	Наблюдаемая гетеро- зиготность, абс. Observed hetero- zygosity, abs.	Тест на равно- весие ХВ, p The HW, p equilibrium test	Различие генотипов у коренных и некоренных жителей АО, p* The difference in genotypes between indigenous and non- indigenous residents of AO, p*
<b>AGT (rs699)</b>										
Коренные   Indigenous	200	51	114	35	216	184	99,4	114,0	0,037	0,103
Некоренные   Non-indigenous	404	113	200	91	426	382	201,4	200,0	0,889	
<b>AGT (rs4762)</b>										
Коренные   Indigenous	200	150	44	6	344	56	48,2	44,0	0,246	0,409
Некоренные   Non-indigenous	404	309	88	7	706	102	89,1	88,0	0,802	
<b>AGTR1 (rs5186)</b>										
Коренные   Indigenous	200	130	57	13	317	83	65,8	57,0	0,069	0,111
Некоренные   Non-indigenous	404	239	141	24	619	189	144,8	141,0	0,601	
<b>ACE (rs4646994)</b>										
Коренные   Indigenous	200	50	85	65	215**	185***	99,0	85,0	0,040	0,083
Некоренные   Non-indigenous	404	106	183	115	413**	395***	201,0	183,0	0,060	
<b>EDN1 (rs5370)</b>										
Коренные   Indigenous	200	123	68	9	314	86	67,5	68,0	0,918	0,808
Некоренные   Non-indigenous	404	237	147	20	621	187	143,7	147,0	0,645	
<b>NOS3 (rs2070744)</b>										
Коренные   Indigenous	200	28	88	84	144	256	92,2	88,0	0,520	0,507
Некоренные   Non-indigenous	404	51	166	187	268	540	179,1	166,0	0,140	

\* Тест Харди–Вайнберга (ХВ) на предмет генотипического распределения коренных жителей при условии, что генотипическое распределение группы некоренных жителей имеет равновесие ХВ; \*\* аллель I для гена ACE; \*\*\* аллель D для гена ACE.

\* Hardy–Weinberg test (HW) for the genotypic distribution of indigenous people, provided that the genotypic distribution of a group of non-indigenous people has an equilibrium of HW; \*\* allele I for the ACE gene; \*\*\* allele D for the ACE gene.

**Таблица 3.** Распределение аллелей полиморфных маркеров генов-кандидатов, вовлечённых в регуляцию артериального давления, у коренных и некоренных жителей Архангельской области 60–74 лет в сравнении с общемировыми данными и данными по европейской части России

**Table 3.** Allele distributions of polymorphic markers of candidate genes involved in blood pressure regulation in indigenous and non-indigenous residents of the Arkhangelsk region aged 60–74 years, in comparison with global data and data for the European part of Russia

Ген The gene	Аллель The allele	Коренные жители Indigenous people	Некоренные жители Non-indigenous people	Общемировые данные Global data	Жители Европейской России Residents of European Russia
		Пропорция (95% ДИ) Proportion (95% CI)		Пропорция Proportion	
<i>AGT</i> (rs699)	T	0,540 (0,490–0,590)	0,527 (0,492–0,562)	0,545	0,508
	C	0,460 (0,410–0,510)	0,473 (0,438–0,508)	0,455	0,492
<i>AGTR1</i> (rs5186)	A	0,793 (0,750–0,831)	0,766 (0,735–0,795)	0,725	0,744
	C	0,208 (0,169–0,251)	0,234 (0,205–0,265)	0,275	0,256
<i>ACE</i> rs4646994	I	0,538 (0,487–0,587)	0,511 (0,476–0,546)	Нет данных No data available	Нет данных No data available
	D	0,463 (0,413–0,513)	0,489 (0,454–0,524)		
<i>AGT</i> (rs4762)	C	0,860 (0,822–0,892)	0,874 (0,849–0,896)	0,879	0,842
	T	0,140 (0,108–0,178)	0,126 (0,104–0,151)	0,121	0,158
<i>NOS3</i> (rs2070744)	C	0,360 (0,313–0,409)	0,332 (0,299–0,365)	0,349	0,382
	T	0,640 (0,591–0,687)	0,668 (0,635–0,701)	0,651	0,619
<i>EDN1</i> (rs5370)	G	0,785 (0,741–0,824)	0,769 (0,738–0,797)	0,781	0,810
	T	0,215 (0,176–0,259)	0,231 (0,203–0,262)	0,219	0,190

минорными для вариантов генов *AGT* (rs4762), *AGTR1* (rs5186), *NOS3* (rs2070744) и *EDN1* (rs5370). Гомозиготы по данным аллелям, участвующим в формировании сердечно-сосудистой патологии, встречались значительно реже остальных вариантов. Исключение составили аллель 704C гена *AGT* (rs699), который встречался с частотой 47,3% у некоренных и 46,0% у коренных жителей, и аллель D гена *ACE* (48,9% у некоренных жителей и 46,3% у коренных).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В последнее время увеличивается число работ, посвящённых изучению особенностей частоты функционально-значимых вариантов генов в различных популяциях. Однако на сегодняшний день имеется сравнительно мало

исследований полиморфизма генов в различных возрастных группах. Такого рода исследования могут дать важные данные о роли и функциях того или иного гена в формировании функционального статуса организма человека на определённом этапе жизни. Особый интерес представляет пожилой возраст, так как в настоящее время растёт численность пожилого населения в мире, встаёт вопрос об увеличении периода активного долголетия для каждого человека.

В условиях Севера наиболее сильное напряжение испытывает сердечно-сосудистая система. Это связано с увеличением энергетических затрат организма, повышением тонуса периферических сосудов [30]. Сердечно-сосудистая система, обеспечивая адекватное кровоснабжение всех органов и тканей, является важным фактором, влияющим на качество жизни. Патология

**Таблица 4.** Распределение аллелей генов *AGT* (rs699), *AGTR1* (rs5186), *ACE* (rs4646994), *AGT* (rs4762), *NOS3* (rs2070744), *EDN1* (rs5370) и генотипов у некоренных и коренных жителей Архангельской области 60–74 лет

**Table 4.** Allele distributions for genes *AGT* (rs699), *AGTR1* (rs5186), *ACE* (rs4646994), *AGT* (rs4762), *NOS3* (rs2070744), *EDN1* (rs5370) and genotypes in the non-indigenous and indigenous residents of Arkhangelsk region aged 60–74 years

Полиморфизм/аллель/генотип Polymorphism/allele/genotype	Некоренное население Non-indigenous population	Коренное население The indigenous population	Различия генотипов, $p^*$ Differences in genotypes, $p^*$	Различия частот аллелей, $p^*$ Differences in allele frequencies, $p^*$
	Пропорции, %   Proportions, %			
<i>AGT</i> (rs699)			0,186	0,676
T	52,7	54,0		
C	47,3	46,0		
TT	28,0	25,5		
TC	49,5	57,0		
CC	22,5	17,5		
<i>AGTR1</i> (rs5186)			0,288	0,302
A	76,6	79,3		
C	23,4	20,7		
AA	59,3	65,0		
AC	34,9	28,5		
CC	5,9	6,5		
<i>ACE</i> (rs4646994)			0,593	0,541
D	48,9	46,3		
I	51,1	53,8		
DD	26,2	25,0		
ID	45,3	42,5		
II	28,5	32,5		
<i>AGT</i> (rs4762)			0,595	0,505
C	87,4	86,0		
T	12,6	14,0		
CC	76,5	75,0		
TC	21,8	22,0		
TT	1,7	3,0		
<i>NOS3</i> (rs2070744)			0,603	0,663
C	33,2	36,0		
T	66,8	64,0		
CC	12,6	14,0		
TC	41,1	44,0		
TT	46,3	42,0		
<i>EDN1</i> (rs5370)			0,798	0,521
G	76,9	78,50		
T	23,1	21,50		
GG	58,7	61,5		
GT	36,4	34,0		
TT	4,9	4,5		

\* Тест хи-квадрат Пирсона.

\* Pearson  $\chi$ -square test.

сердечно-сосудистой системы — это результат сочетанного взаимодействия социальных, экологических и генетических факторов. Выявлены варианты генов, определяющих синтез вазоактивных факторов и влияющих на формирование сердечно-сосудистой патологии. Среди этих вариантов генов активно изучаются гены ренин-ангиотензиновой системы: это гены ангиотензиногена *AGT* (rs699 и rs4762), рецептора 1-го типа ангиотензина 2 *AGTR1* (rs5186), ангиотензин-превращающего фермента

*ACE* (rs4646994), а также ген эндотелиальной NO-синтазы *NOS3* (rs2070744) и эндотелина-1 *EDN1* (rs5370).

Популяционное исследование, в котором приняли участие люди в возрасте 55 лет и старше, показало, что у лиц с аллелем D гена *ACE* наблюдались более высокие средние значения систолического и пульсового давления, чем у лиц с аллелем I [7]. В другом исследовании [8] авторы показали, что полиморфизм I/D гена *ACE* модулирует изменения систолического и диастолического

АД с возрастом. В популяции японцев было установлено, что полиморфизм T(-786)C гена *NOS3* был связан с артериальной жёсткостью и сопровождался её возрастными и половыми различиями. В частности, аллель С значимо связан с более высокой скоростью пульсовой волны у женщин в возрасте 65 лет и старше [6]. В метаанализе, включающем 17 статей с более чем 8000 участников, показаны сильные корреляционные связи полиморфизма гена *END1* (rs5370) с риском развития артериальной гипертензии [31], аналогичные взаимосвязи получены и при изучении полиморфизмов PAC [32].

В связи с вышеизложенным изучение частот распределения вариантов нуклеотидной последовательности генов, вовлечённых в регуляцию АД у пожилых жителей Архангельской области, является актуальным.

В исследуемой популяции коренного и некоренного пожилого населения Архангельской области эмпирическое распределение генотипов вариантов генов *AGT* (rs4762), *AGTR1* (rs5186), *NOS3* (rs2070744) и *EDN1* (rs5370) соответствовало теоретически ожидаемому при равновесии ХВ. Однако по локусу *AGT* (rs699) у коренных жителей отмечалось несоответствие закону ХВ, связанное с увеличением фактической гетерозиготности.

Выявлено, что аллели, увеличивающие риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, являлись минорными для вариантов генов *AGT* (rs4762), *AGTR1* (rs5186), *NOS3* (rs2070744) и *EDN1* (rs5370). Гомозиготы по данным аллелям, участвующим в формировании сердечно-сосудистой патологии, встречались значительно реже остальных вариантов, за исключением аллеля 704C гена *AGT* (rs699) и аллеля D гена *ACE*. Подобные данные были получены в исследовании А.С. Глотова и соавт. [33], по данным которых частота гетерозиготного генотипа TC гена *AGT* (rs699) у лиц пожилого возраста Северо-Западного региона России встречалась в 2 раза чаще по сравнению с группой в возрасте 18–45 лет. Также выявлено увеличение частоты генотипа ID гена *ACE* у лиц пожилого возраста. Авторы считают, что гетерозиготность *AGT* и *ACE* можно рассматривать как наследственный фактор, ассоциированный с долгожительством. Вероятно, несоответствие эмпирического распределения генотипов по варианту rs699 гена *AGT* теоретически ожидаемому по закону ХВ, связанное с увеличением гетерозиготности у коренных жителей Архангельской области, можно рассматривать как вариант адаптации к условиям Севера.

Сравнительный анализ распределения частот вариантов изучаемых генов *AGT* (rs699 и rs4762), *NOS3* (rs2070744) и *EDN1* (rs5370) у пожилых жителей Архангельской области не выявил отличий от мировых данных и данных по европейским популяциям России, которые включают людей разного возраста.

В исследовании выявлено, что частота аллеля 1166C гена *AGTR1* в группе коренных жителей Архангельской области была ниже средних общемировых показателей и показателей жителей Европейской России. В группе

некоренных жителей также наблюдалось снижение частоты встречаемости аллеля 1166C гена *AGTR1* по сравнению с общемировыми показателями. Вероятно, данный аллель является вариантом отбора, связанным с адаптацией к северным условиям. Снижение частоты аллеля 1166C по сравнению с европейскими популяциями выявлено и при исследовании уроженцев Архангельской области в возрасте 18–20 лет. Генотип CC у них сочетался с дисбалансом вазоактивных эндотелиальных факторов в сторону констрикторных и формированием ряда гемодинамических факторов сердечно-сосудистого риска [25]. Исследование небольшой группы малочисленного аборигенного населения Крайнего Севера Якутии (эвены и эвенки) не выявило ни одного человека с генотипом CC по варианту гена *AGTR1* (rs5186) [34].

Достоинством проведённого исследования является обследование случайной популяционной выборки, результаты которого могут быть обобщены на жителей Архангельска в возрасте 60–74 лет. С другой стороны, ограниченность выборки жителями Архангельска позволяет обобщать результаты на более широкие территории Севера России только с учётом предположения об отсутствии существенных отличий пожилых жителей Архангельска от такового у пожилых жителей других северных регионов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследуемой популяции коренного и некоренного пожилого населения Архангельской области эмпирическое распределение генотипов соответствовало теоретически ожидаемому при равновесии ХВ. Однако по локусу *AGT* (rs699) отмечалось несоответствие закону ХВ, связанное с увеличением фактической гетерозиготности.

Не выявлены различия в частотах аллелей и генотипов у жителей Европейского Севера России, предки которых родились и проживали в течение не менее трёх поколений в Архангельской области, и жителей, которые проживали в данных условиях не менее 10 лет, что свидетельствует об отсутствии элиминации мутантных аллелей изучаемых вариантов генов из популяции при проживании в условиях Европейского Севера.

Установлено, что аллели, увеличивающие риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, как правило, являются минорными. Исключение составили аллель 704C гена *AGT* (rs699) и аллель D гена *ACE*, частота встречаемости которых была сопоставима с частотой распространённости дикого аллеля. Характерна высокая частота гетерозигот по данным маркерам.

Сравнение данных пожилых людей, проживающих в Архангельской области, с общемировыми данными и с данными по популяции европейской части России не выявило различий в частоте встречаемости аллелей изучаемых генов, за исключением аллеля 1166C гена *AGTR1*, который встречался реже в сравнении с общемировыми данными как у коренных, так и некоренных

жителей Архангельской области, а у коренных также реже, чем у жителей европейской части России. Это, вероятно, связано с давлением дискомфортных экологических факторов Севера, то есть снижение мутантных аллелей данного варианта гена является фактором адаптации.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Н.А. Бебякова — общая концепция статьи, сбор и анализ литературных источников, написание разделов «Обсуждение» и «Заключение», редактирование статьи; Н.И. Печинкина — выполнение молекулярно-генетических анализов, описание материалов и методов; С.Н. Левицкий — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и описание разделов «Результаты» и «Обсуждение»; И.А. Шабалина — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание введения; А.В. Кудрявцев — общая концепция статьи, статистический анализ данных, описание материалов и методов, редактирование статьи, руководство научным коллективом. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Источник финансирования.** Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-15-20017 (<https://rscf.ru/project/23-15-20017/>).

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

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution.** N.A. Bebyakova — general concept of the article, collection and analysis of literary sources, writing the discussion section and the conclusion, editing the article; N.I. Pechinkina — performing molecular genetic analyses, writing the materials and methods section; S.N. Levitsky — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article for the results and discussion section; I.A. Shabalina — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing the introduction; A.V. Kudryavtsev — general concept of the article, statistical data analysis, description of materials and methods, editing the article, leading the research team. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

**Funding source.** The study was supported by a grant of Russian Science Foundation No. 23-15-20017 (<https://rscf.ru/project/23-15-20017/>).

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеев Р.К., Андреева Е.Н., Григорян О.Р., и др. Молекулярные и клеточные механизмы старения: современные представления (обзор литературы) // Проблемы эндокринологии. 2023. Т. 69, № 5. С. 45–54. EDN: GOBPLP doi: 10.14341/probl13278
2. Дерновой Б.Ф. Функциональный ответ сердечно-сосудистой системы северян на холодовую пробу в контрастные по температуре сезоны года // Экология человека. 2016. Т. 23, № 10. С. 31–36. EDN: WQSICD doi: 10.33396/1728-0869-2016-10-31-36
3. Лимборская С.А., Вербенко Д.А., Хрунин А.В., и др. Этническая геномика: анализ геномного полиморфизма популяций Архангельской области // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2011. № 3. С. 100–119. EDN: OOFHVD
4. Ahmed M., Rghigh A. Polymorphism in Endothelin-1 Gene: An Overview // Curr Clin Pharmacol. 2016. Vol. 11, N 3. P. 191–210. doi: 10.2174/1574884711666160701000900
5. Pal G.K., Adithan C., Umamaheswaran G., et al. Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms are associated with cardiovascular risks in prehypertensives // J Am Soc Hypertens. 2016. Vol. 10, N 11. P. 865–872. doi: 10.1016/j.jash.2016.09.001
6. Hashimoto M., Miyai N., Hattori S., et al. Age and gender differences in the influences of eNOS T-786C polymorphism on arteriosclerotic parameters in general population in Japan // Environ Health Prev Med. 2016. Vol. 21, N 4. P. 274–282. doi: 10.1007/s12199-016-0527-1
7. Mattace-Raso F.U., Sie M.P., van der Cammen T.J., et al. Insertion/deletion gene polymorphism of the angiotensin-converting enzyme and blood pressure changes in older adults. The Rotterdam study // J Hum Hypertens. 2007. Vol. 21, N 9. P. 736–740. doi: 10.1038/sj.jhh.1002229
8. Rudnichi A., Safar M.E., Lajemi M., Benetos A. Gene polymorphisms of the renin-angiotensin system and age-related changes in systolic and diastolic blood pressure in subjects with hypertension // Am J Hypertens. 2004. Vol. 17, N 4. P. 321–327. doi: 10.1016/j.amjhyper.2003
9. Cook S., Malyutina S., Kudryavtsev A., et al. Know your heart: Rationale, design and conduct of a cross-sectional study of cardiovascular structure, function and risk factors in 4500 men and women aged 35–69 years from two Russian cities, 2015–18 // Wellcome Open Res. 2018. Vol. 3. P. 67. doi: 10.12688/wellcomeopenres.14619.3
10. Елькина А.Ю., Акимова Н.С., Шварц Ю.Г. Полиморфные варианты генов ангиотензин-превращающего фермента, ангиотензиногена, гена рецептора 1 типа к ангиотензину-II как генетические предикторы развития артериальной гипертонии // Российский кардиологический журнал. 2021. Т. 26, № S1. С. 35–40. EDN: SCHTRS doi: 10.15829/1560-4071-2021-4143
11. Муженя Д.В. Патфизиологическая роль и прогностическая значимость M235T полиморфизма гена ангиотензиногена (AGT) при болезнях сердечно-сосудистой системы (БСС) // Вестник АГУ. Серия естественно-математических и технических наук. 2011. № 3. С. 69–81. EDN: OQRJEJ

12. Augeri A.L., Tsongalis G.J., Van Heest J.L., et al. The endothelial nitric oxide synthase -786 T>C polymorphism and the exercise-induced blood pressure and nitric oxide responses among men with elevated blood pressure // *Atherosclerosis*. 2009. Vol. 204, N 2. P. 28–34. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2008.12.015
13. Casas J.P., Cavalleri G.L., Bautista L.E., et al. Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms and cardiovascular disease: a HuGE review // *Am J Epidemiol*. 2006. Vol. 164, N 10. P. 921–935. doi: 10.1093/aje/kwj302
14. Cosenso-Martin L.N., Vaz-de-Melo R.O., Pereira L.R., et al. Angiotensin-converting enzyme insertion/deletion polymorphism, 24-h blood pressure profile and left ventricular hypertrophy in hypertensive individuals: a cross-sectional study // *Eur J Med Res*. 2015. Vol. 20, N 1. P. 74. doi: 10.1186/s40001-015-0166-9
15. Ebrahimi N., Asadikaram G., Mohammadi A., et al. The association of endothelin-1 gene polymorphism and its plasma levels with hypertension and coronary atherosclerosis // *Arch Med Sci*. 2019. Vol. 17, N 3. P. 613–620. doi: 10.5114/aoms.2019.86770
16. Fatima I., Ihsan H., Masoud M.S., et al. Screening of drug candidates against Endothelin-1 to treat hypertension using computational based approaches: Molecular docking and dynamics simulation // *PLoS One*. 2022. Vol. 17, N 8. P. 0269739. doi: 10.1371/journal.pone.0269739
17. Jaźwiec P., Gać P., Chaszczewska-Markowska M., et al. Genetically determined enlargement of carotid body evaluated using computed angiotomography // *Respir Physiol Neurobiol*. 2018. Vol. 254. P. 10–15. doi: 10.1016/j.resp.2018.04.001
18. Kanai S.M., Clouthier D.E. Endothelin signaling in development // *Development*. 2023. Vol. 150, N 24. P. 201786. doi: 10.1242/dev.201786
19. Aslan O., Gurger M., Atescelik M., et al. Endothelin-1 Lys198Asn and rs10478694 polymorphism in ischemic stroke // *Biomedical Research*. 2017. Vol. 28, N 2. P. 750–754.
20. Park H.K., Kim M.C., Kim S.M., Jo D.J. Assess men of two missense polymorphisms (rs4762 and rs699) of the angiotensinogen gene and stroke // *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2013. Vol. 5, N 1. P. 343–349. doi: 10.3892/etm.2012.790
21. Sethupathy P., Borel C., Gagnebin M., et al. Human microRNA-155 on chromosome 21 differentially interacts with its polymorphic target in the *AGTR1* 3' untranslated region: a mechanism for functional single-nucleotide polymorphisms related to phenotypes // *Am J Hum Genet*. 2007. Vol. 81, N 2. P. 405–413. doi: 10.1086/519979
22. Xie X., Shi X., Xun X., Rao L. Endothelial nitric oxide synthase gene single nucleotide polymorphisms and the risk of hypertension: A meta-analysis involving 63,258 subjects // *Clin Exp Hypertens*. 2017. Vol. 39, N 2. P. 175–182. doi: 10.1080/10641963.2016.1235177
23. Yao R., Du Y.Y., Zhang Y.Z., et al. Association between G-217A polymorphism in the *AGT* gene and essential hypertension: a meta-analysis // *Genet Mol Res*. 2015. Vol. 14, N 2. P. 5527–5534. doi: 10.4238/2015.May.25.4
24. Бебякова Н.А., Куба А.А., Фадеева Н.А., Хромова А.В. Взаимосвязь эстрадиола и вазоактивных факторов у женщин с вариантом rs2070744 в гене эндотелиальной NO-синтазы // *Якутский медицинский журнал*. 2022. № 1. С. 8–10. EDN: IQQTAX doi: 10.25789/УМЖ.2022.77.02
25. Бебякова Н.А., Левицкий С.Н., Первухина О.А., Шабалина И.А. Роль полиморфизма A1166C гена рецептора 1-го типа ангиотензина II (*AGT2R1*) в формировании факторов сердечно-сосудистого риска у юношей и девушек Европейского Севера // *Журнал медико-биологических исследований*. 2019. Т. 7, № 4. С. 371–380. EDN: NLNZNK doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.37
26. Бебякова Н.А., Первухина О.А., Фадеева Н.А., Хромова А.В. Полиморфизм генов *AGT*, *AGT2R1* и *NOS3* как фактор риска развития дисбаланса вазоактивных факторов // *Экология человека*. 2020. Т. 27, № 10. С. 4–9. EDN: LWFSHN doi: 10.33396/1728-0869-2020-10-4-9
27. Левицкий С.Н., Сумарокова А.В., Курочкина Е.Л., Бебякова Н.А. Анализ этнических особенностей полиморфизма Lys198Asn гена эндотелина-1 // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2021. № 6. С. 26–30. EDN: ACDDLY doi: 10.37882/2223-2966.2021.06.25
28. Cui J. GENHWCCI: Stata module to calculate Hardy-Weinberg equilibrium test in case-control studies. 2004. Statistical Software Components S437101. Boston College Department of Economics. Режим доступа: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.txt>. Дата обращения: 12.04.2024.
29. Shim S., Kim J., Jung W., et al. Meta-analysis for genome-wide association studies using case-control design: application and practice // *Epidemiol Health*. 2016. Vol. 38. P. e2016058. doi: 10.4178/epih.e2016058
30. Аверьянова И.В., Вдовенко С.И. Оценка степени напряжения функционального состояния организма человека при различных сроках адаптации к условиям севера // *Экология человека*. 2021. Т. 28, № 7. С. 12–17. EDN: YEUBYQ doi: 10.33396/1728-0869-2021-7-12-17
31. Jiao Y.R., Wang W., Lei P.C., et al. 5-HTT, *BMP2*, *EDN1*, *ENG*, *KCNA5* gene polymorphisms and susceptibility to pulmonary arterial hypertension: A meta-analysis // *Gene*. 2019. Vol. 680. P. 34–42. doi: 10.1016/j.gene.2018.09.020
32. Mocan O., Rădulescu D., Buzdugan E., et al. Association between polymorphisms of genes involved in the Renin-Angiotensin-Aldosterone System and the adaptive morphological and functional responses to essential hypertension // *Biomed Rep*. 2021. Vol. 15, N 4. P. 80. doi: 10.3892/br.2021.1456
33. Глотов А.С., Глотов О.С., Москаленко М.В., и др. Анализ полиморфизма генов ренин-ангиотензиновой системы в популяции Северо-Западного региона России, у атлетов и у долгожителей // *Экологическая генетика*. 2004. Т. 2, № 4. С. 40–43. EDN: HUWATV doi: 10.17816/ecogen2440-43
34. Комзин К.В. Полиморфизмы генов, вовлечённых в регуляцию артериального давления у различных этнических групп жителей крайнего севера Якутии, страдающих артериальной гипертензией // *Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия: Медицинские науки*. 2019. № 4. С. 5–12. EDN: GQEQRK doi: 10.25587/SVFU.2019.4(17).54733

## REFERENCES

1. Mikheev RK, Andreeva EN, Grigoryan OR, et al. Molecular and cellular mechanisms of ageing: modern knowledge (literature review). *Problems of Endocrinology*. 2023;69(5):45–54. EDN: GOBPLP doi: 10.14341/probl13278
2. Dernovoy BF. Functional response of the cardiovascular system of northerners to cold test in temperature contrast year seasons. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(10):31–36. EDN: WQSICD doi: 10.33396/1728-0869-2016-10-31-36
3. Limborskaya SA, Verbenko DA, Khrunin AV, et al. Ethnic genomics: analysis of genomic polymorphism of populations of the Arkhangelsk region. *Lomonosov Journal of Anthropology (Moscow University Anthropology Bulletin)*. 2011;(3):100–119. EDN: OOFHDV
4. Ahmed M, Rghigh A. Polymorphism in Endothelin-1 Gene: An Overview. *Curr Clin Pharmacol*. 2016;11(3):191–210. doi: 10.2174/1574884711666160701000900
5. Pal GK, Adithan C, Umamaheswaran G, et al. Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms are associated with cardiovascular risks in prehypertensives. *J Am Soc Hypertens*. 2016;10(11):865–872. doi: 10.1016/j.jash.2016.09.001
6. Hashimoto M, Miyai N, Hattori S, et al. Age and gender differences in the influences of eNOS T-786C polymorphism on arteriosclerotic parameters in general population in Japan. *Environ Health Prev Med*. 2016;21(4):274–282. doi: 10.1007/s12199-016-0527-1
7. Mattace-Raso FU, Sie MP, van der Cammen TJ, et al. Insertion/deletion gene polymorphism of the angiotensin-converting enzyme and blood pressure changes in older adults. The Rotterdam study. *J Hum Hypertens*. 2007;21(9):736–740. doi: 10.1038/sj.jhh.1002229
8. Rudnichi A, Safar ME, Lajemi M, Benetos A. Gene polymorphisms of the renin-angiotensin system and age-related changes in systolic and diastolic blood pressure in subjects with hypertension. *Am J Hypertens*. 2004;17(4):321–327. doi: 10.1016/j.amjhyper.2003
9. Cook S, Malyutina S, Kudryavtsev A, et al. Know your heart: Rationale, design and conduct of a cross-sectional study of cardiovascular structure, function and risk factors in 4500 men and women aged 35–69 years from two Russian cities, 2015–18. *Wellcome Open Res*. 2018;3:67. doi: 10.12688/wellcomeopenres.14619.3
10. Elkina AY, Akimova NS, Shvarts YuG. Polymorphism of ACE, AGT, AGTR1 genes as genetic predictors of hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(S1):35–40. EDN: SCHTRS doi: 10.15829/1560-4071-2021-4143
11. Muzhenya DV. Pathophysiological role and the prognostic importance of the angiotensinogen (AGT) gene M235T polymorphism at illnesses of a heart continuum. *The Bulletin of the Adyge State University. Series: Natural-Mathematical and Technical Sciences*. 2011;(3):69–81. EDN: OQRJEJ
12. Augeri AL, Tsongalis GJ, Van Heest JL, et al. The endothelial nitric oxide synthase -786 T>C polymorphism and the exercise-induced blood pressure and nitric oxide responses among men with elevated blood pressure. *Atherosclerosis*. 2009;204(2):28–34. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2008.12.015
13. Casas JP, Cavalleri GL, Bautista LE, et al. Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms and cardiovascular disease: a HuGE review. *Am J Epidemiol*. 2006;164(10):921–935. doi: 10.1093/aje/kwj302
14. Cosenso-Martin LN, Vaz-de-Melo RO, Pereira LR, et al. Angiotensin-converting enzyme insertion/deletion polymorphism, 24-h blood pressure profile and left ventricular hypertrophy in hypertensive individuals: a cross-sectional study. *Eur J Med Res*. 2015;20(1):74. doi: 10.1186/s40001-015-0166-9
15. Ebrahimi N, Asadikaram G, Mohammadi A, et al. The association of endothelin-1 gene polymorphism and its plasma levels with hypertension and coronary atherosclerosis. *Arch Med Sci*. 2019;17(3):613–620. doi: 10.5114/aoms.2019.86770
16. Fatima I, Ihsan H, Masoud MS, et al. Screening of drug candidates against Endothelin-1 to treat hypertension using computational based approaches: Molecular docking and dynamics simulation. *PLoS One*. 2022;17(8):0269739. doi: 10.1371/journal.pone.0269739
17. Jaźwiec P, Gać P, Chaszczewska-Markowska M, et al. Genetically determined enlargement of carotid body evaluated using computed angiotomography. *Respir Physiol Neurobiol*. 2018;254:10–15. doi: 10.1016/j.resp.2018.04.001
18. Kanai SM, Clouthier DE. Endothelin signaling in development. *Development*. 2023;150(24):201786. doi: 10.1242/dev.201786
19. Aslan O, Gurger M, Atescelik M, et al. Endothelin-1 Lys198Asn and rs10478694 polymorphism in ischemic stroke. *Biomedical Research*. 2017;28(2):750–754.
20. Park HK, Kim MC, Kim SM, Jo DJ. Assessment of two missense polymorphisms (rs4762 and rs699) of the angiotensinogen gene and stroke. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2013;5(1):343–349. doi: 10.3892/etm.2012.790
21. Sethupathy P, Borel C, Gagnebin M, et al. Human microRNA-155 on chromosome 21 differentially interacts with its polymorphic target in the AGTR1 3' untranslated region: a mechanism for functional single-nucleotide polymorphisms related to phenotypes. *Am J Hum Genet*. 2007;81(2):405–413. doi: 10.1086/519979
22. Xie X, Shi X, Xun X, Rao L. Endothelial nitric oxide synthase gene single nucleotide polymorphisms and the risk of hypertension: A meta-analysis involving 63,258 subjects. *Clin Exp Hypertens*. 2017;39(2):175–182. doi: 10.1080/10641963.2016.1235177
23. Yao R, Du YY, Zhang YZ, et al. Association between G-217A polymorphism in the AGT gene and essential hypertension: a meta-analysis. *Genet Mol Res*. 2015;14(2):5527–5534. doi: 10.4238/2015.May.25.4
24. Bebyakova NA, Kuba AA, Fadeeva NA, Khromova AV. Interaction of oestradiol and vasoactive factors in women with rs2070744 polymorphism of endothelial NO-synthase gene. *Yakut Medical Journal*. 2022;(1):8–11. EDN: IQQTAX doi: 10.25789/YMJ.2022.77.02
25. Bebyakova NA, Levitskiy SN, Pervukhina OA, Shabalina IA. The Role of the A1166C Polymorphism of the Angiotensin II Receptor Type 1 (AGT2R1) Gene in the Formation of Cardiovascular Risk Factors in Young Men and Women Living in the European North of Russia. *Journal of Medical and Biological Research*. 2019;7(4):371–380. EDN: NLNZNK doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.371

26. Bebyakova NA, Pervukhina OA, Fadeeva NA, Khromova AV. Polymorphism of *AGT*, *AGT2R1* and *NOS3* genes as a risk factor for imbalance in vasoactive factors. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2020;27(10):4–9. EDN: LWFSHN  
doi: 10.33396/1728-0869-2020-10-4-9
27. Levitsky SN, Sumarokova AV, Kurochkina EL, Bebyakova NA. Analysis of ethnic features of Lys198Asn polymorphism of the endothelin-1 gene. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2021;(6):26–30. EDN: ACDDLJ doi: 10.37882/2223-2966.2021.06.25
28. Cui J. GENHWCCI: Stata module to calculate Hardy-Weinberg equilibrium test in case-control studies. 2004. Statistical Software Components S437101. Boston College Department of Economics [cited 12 Apr 2024]. Available from: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.txt>
29. Shim S, Kim J, Jung W, et al. Meta-analysis for genome-wide association studies using case-control design: application and practice. *Epidemiol Health*. 2016;38:2016058.  
doi: 10.4178/epih.e2016058
30. Averyanova VV, Vdovenko SI. Human physiological conditions at different stages of adaptation to the high north. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021;28(7):12–17. EDN: YEUBYQ  
doi: 10.33396/1728-0869-2021-7-12-17
31. Jiao YR, Wang W, Lei PC, et al. *5-HTT*, *BMP2R2*, *EDN1*, *ENG*, *KCNA5* gene polymorphisms and susceptibility to pulmonary arterial hypertension: A meta-analysis. *Gene*. 2019;680:34–42. doi: 10.1016/j.gene.2018.09.020
32. Mocan O, Rădulescu D, Buzdugan E, et al. Association between polymorphisms of genes involved in the Renin-Angiotensin-Aldosterone System and the adaptive morphological and functional responses to essential hypertension. *Biomed Rep*. 2021;15(4):80. doi: 10.3892/br.2021.1456
33. Glotov AS, Glotov OS, Moskalenko MV, et al. Analysis of genes polymorphisms of renin-angiotensin systems in population, athletes and elderly people. *Ecological Genetics*. 2004;2(4):40–43. EDN: HUWATV doi: 10.17816/ecogen2440-43
34. Комзин КВ. Polymorphisms of genes involved in the regulation of arterial pressure in various ethnic groups of residents of the high far North of Yakutia suffering from with arterial hypertension. *Vestnik of North-Eastern Federal University. Medical Sciences*. 2019;(4):5–12. EDN: GQEGRK  
doi: 10.25587/SVFU.2019.4(17).54733

## ОБ АВТОРАХ

**\*Левицкий Сергей Николаевич**, канд. биол. наук, доцент;  
адрес: Россия, 163069, Архангельск, Троицкий пр., 51;  
ORCID: 0000-0003-2588-620X;  
eLibrary SPIN: 9846-7867;  
e-mail: sergeylevitski@yandex.ru

**Бебякова Наталья Александровна**, д-р биол. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0002-9346-1898;  
eLibrary SPIN: 6326-5523;  
e-mail: nbebyakova@mail.ru

**Печинкина Наталья Игоревна**, младший научный сотрудник;  
ORCID: 0000-0001-9066-5687;  
eLibrary SPIN: 5164-4187;  
e-mail: belova-8@mail.ru

**Шабалина Ирина Алексеевна**, канд. биол. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0001-9425-3882;  
eLibrary SPIN: 8015-5230;  
e-mail: ira\_sha@mail.ru

**Кудрявцев Александр Валерьевич**, PhD;  
ORCID: 0000-0001-8902-8947;  
eLibrary SPIN: 9296-2930;  
e-mail: ispha09@gmail.com

## AUTHORS' INFO

**\*Sergey N. Levitsky**, Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor;  
address: 51 Troitskiy Ave., Arkhangelsk, 163069, Russia  
ORCID: 0000-0003-2588-620X;  
eLibrary SPIN: 9846-7867;  
e-mail: sergeylevitski@yandex.ru

**Natalia A. Bebyakova**, Dr. Sci. (Biology), Professor;  
ORCID: 0000-0002-9346-1898;  
eLibrary SPIN: 6326-5523;  
e-mail: nbebyakova@mail.ru

**Natalya I. Pechinkina**, Junior Research Associate;  
ORCID: 0000-0001-9066-5687;  
eLibrary SPIN: 5164-4187;  
e-mail: belova-8@mail.ru

**Irina A. Shabalina**, Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0001-9425-3882;  
eLibrary SPIN: 8015-5230;  
e-mail: ira\_sha@mail.ru

**Alexander V. Kudryavtsev**, PhD;  
ORCID: 0000-0001-8902-8947;  
eLibrary SPIN: 9296-2930;  
e-mail: ispha09@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco637322>

# Ошибки в статье «Оценка влияния условий проживания, как совокупности социальных факторов среды обитания, на показатели смертности сельского и городского населения Ненецкого АО в 2000–2019 гг.» doi: 10.17816/humeco630439

А.А. Дударев, А.В. Дождиков

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Санкт-Петербург, Россия

## АННОТАЦИЯ

В статье «Оценка влияния условий проживания, как совокупности социальных факторов среды обитания, на показатели смертности сельского и городского населения Ненецкого АО в 2000–2019 гг.», опубликованной в Т. 31, № 1 журнала «Экология человека» за 2024 год (doi: 10.17816/humeco630439), были допущены ошибки в написании некоторых терминов и неточности в графическом отображении результатов. В электронную версию опубликованной статьи внесены изменения: унифицировано использование термина «тертиль» по всему тексту статьи, приведено полное название Ненецкого автономного округа в переводе названий таблиц и рисунков, устранены технические ошибки составления изображений, возвращена авторская пунктуация в название статьи (было «Оценка влияния условий проживания как совокупности социальных факторов среды обитания на показатели смертности сельского и городского населения Ненецкого АО в 2000–2019 гг.», стало «Оценка влияния условий проживания, как совокупности социальных факторов среды обитания, на показатели смертности сельского и городского населения Ненецкого АО в 2000–2019 гг.»). Авторы и издатель приносят извинения читателям за допущенные ошибки и выражают уверенность в том, что они не могли существенно повлиять на восприятие и интерпретацию результатов исследования, описываемого в тексте произведения.

**Ключевые слова:** ошибка; erratum; corrigendum; Арктика; АЗРФ; Ненецкий АО; условия проживания; социальные факторы среды обитания; социальная инфраструктура; смертность; внешние причины смерти; суициды; отравления алкоголем.

## Как цитировать:

Дударев А.А., Дождиков А.В. Ошибки в статье «Оценка влияния условий проживания, как совокупности социальных факторов среды обитания, на показатели смертности сельского и городского населения Ненецкого АО в 2000–2019 гг.» doi: 10.17816/humeco630439 // Экология человека. 2024. Т. 31, № 3. С. 247–250. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco637322>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco637322>

## Erratum in “Evaluation of the impact of living conditions, as a set of social factors of the habitat, on mortality rates of the rural and urban population of the Nenets autonomous okrug in 2000–2019” doi: 10.17816/humeco630439

Alexey A. Dudarev, Alexey V. Dozhdikov

Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia

### ABSTRACT

The article "Analysis of the influence of living conditions, as a collection of social factors within the environment, on mortality rates among the rural and urban populations of the Nenets autonomous okrug from 2000 to 2019" published in *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)* journal Volume 31 Issue 1 in 2024 (doi: 10.17816/humeco630439) contained several errors in the spelling of some terms and inaccuracies in the graphical presentation of the results. The electronic version of the published article has been revised and updated: the use of the term 'tertiles' throughout the text of the article has been unified, the full name of the Nenets Autonomous Okrug has been given in the translation of the names of tables and figures, technical errors in the compilation of images have been eliminated, and the author-proofed translation of the title has been restored (from "Analysis of the influence of living conditions, as a collection of social factors within the environment, on mortality rates among the rural and urban populations of the Nenets autonomous okrug from 2000 to 2019" to "Evaluation of the impact of living conditions, as a set of social factors of the habitat, on mortality rates of the rural and urban population of the Nenets autonomous okrug in 2000–2019").

The authors and the publisher apologize to readers for the published error and express their confidence that this mistake could not significantly affect the perception and interpretation of the results of the study described in the text of the article.

**Keywords:** mistake; erratum; corrigendum; Arctic; AZRF; Nenets AO; living conditions; social factors of the habitat; social infrastructure; mortality; external causes of death; suicides; alcohol poisonings.

### To cite this article:

Dudarev AA, Dozhdikov AV. Erratum in "Evaluation of the impact of living conditions, as a set of social factors of the habitat, on mortality rates of the rural and urban population of the Nenets autonomous okrug in 2000–2019" doi: 10.17816/humeco630439. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):247–250. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco637322>

Received: 21.10.2024

Accepted: 21.10.2024

Published online: 25.10.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco637322>

## 文章中的错误 «评估生活条件作为栖息地社会因素的集合对2000–2019年涅涅茨自治区农村和城市人口死亡率的影响» doi: 10.17816/humeco630439

Alexey A. Dudarev, Alexey V. Dozhdikov

Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia

### 简评

2024 年出版的科学杂志 *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)* 31 (1) 上发表了一篇文章 [评估生活条件作为栖息地社会因素的集合对2000 - 2019年涅涅茨自治区农村和城市人口死亡率的影响]。

这篇文章中的一些术语拼写有误，结果的图表表示也不准确。对已发表文章的电子版进行了修改：统一了文章全文中“三级”一词的使用，在表格和数字名称的翻译中给出了涅涅茨自治区的全称，消除了图片编辑中的技术错误，并恢复了作者在文章标题中的标点符号。

作者和出版者对所犯的错误向读者表示歉意，并相信这些错误不会对作品正文所述研究结果的理解和解释产生重大影响。

**关键词：** 错误；勘误表；更正；北极；俄罗斯联邦北极区；涅涅茨自治区；生活条件；居住地的社会因素；社会基础设施；死亡率；外部死因；自杀；酒精中毒。

### 引用本文：

Dudarev AA, Dozhdikov AV. 文章中的错误 «评估生活条件作为栖息地社会因素的集合对2000–2019年涅涅茨自治区农村和城市人口死亡率的影响» doi: 10.17816/humeco630439. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(3):247–250. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco637322>

收到: 21.10.2024

接受: 21.10.202

发布日期: 25.10.2024

## ОБ АВТОРАХ

**\*Дударев Алексей Анатольевич**, д-р мед. наук;  
адрес: Россия, 191036, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, 4;  
ORCID: 0000-0003-0079-8772;  
eLibrary SPIN: 1683-1401;  
e-mail: alexey.d@inbox.ru

**Дождиков Алексей Викторович**;  
ORCID: 0000-0001-7286-7648;  
eLibrary SPIN: 9959-9339;  
e-mail: aleksejdozhdikov@yandex.ru

## AUTHORS INFO

**\*Alexey A. Dudarev**, MD, Dr. Sci. (Medicine);  
address: 4 2nd Sovetskaya str., Saint Petersburg, 191036, Russia;  
ORCID: 0000-0003-0079-8772;  
eLibrary SPIN: 1683-1401;  
e-mail: alexey.d@inbox.ru

**Alexey V. Dozhdikov**;  
ORCID: 0000-0001-7286-7648;  
eLibrary SPIN: 9959-9339;  
e-mail: aleksejdozhdikov@yandex.ru

\*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author