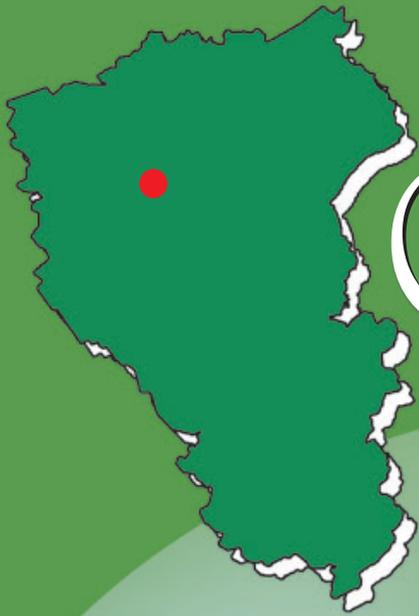


Рецензируемый научно-практический  
медицинский журнал



# Медицина в Кузбассе

Practical-scientific journal

*Медицина*

Медицина  
**Medicine**

in Kuzbass

**2025**

Volume XXIV Number 4

**Том XXIV № 4**

*Медицина*



ISSN: 2687-0053  
E-ISSN: 2588-0411 (online)

# Медицина в Кузбассе Medicine in Kuzbass

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

#### Учредитель и издатель:

НП ИД «Медицина  
и просвещение»

#### Адрес учредителя, издателя и редакции:

650066, Россия, Кемеровская  
область, г. Кемерово,  
пр. Октябрьский, 22  
Тел: 8-905-969-68-63  
E-mail: mail@mednauki.ru  
www.mednauki.ru

#### Директор:

А.А. Коваленко

#### Научный редактор:

Н.С. Черных

#### Макетирование:

И.А. Коваленко

#### Графический дизайн:

А.А. Черных

Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых  
коммуникаций (Роскомнадзор).

Регистрационный номер:  
серия Эл № ФС77-73457  
от 24 августа 2018 г.

Подписано в печать: 01.12.2025 г.

Дата выхода в свет: 02.12.2025 г.

Тираж: 50 экз.

Решением ВАК Министерства  
образования и науки РФ журнал  
«Медицина в Кузбассе» включен  
в «Перечень рецензируемых  
научных изданий, в которых  
должны быть опубликованы  
основные научные результаты  
диссертаций на соискание ученой  
степени кандидата наук,  
на соискание ученой степени  
доктора наук».

#### Главный редактор

С.Н. Филимонов, д.м.н., профессор, отличник здравоохранения РФ, Новокузнецк

#### Заместитель главного редактора

В.Г. Мозес, д.м.н., профессор, г. Кемерово

#### Редакционная коллегия

д.м.н., профессор	В.В. Агаджанян	Ленинск-Кузнецкий
д.м.н., профессор	Е.А. Киселева	Кемерово
д.м.н., профессор, профессор РАН	О.Л. Лахман	Ангарск
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН	<b>В.С. Рукавишников</b>	Ангарск
д.м.н., профессор	А.Н. Флейшман	Новокузнецк

#### Редакционный совет

д.м.н., профессор	И.Б. Алексеев	Москва
д.м.н., доцент	В.В. Анищенко	Новосибирск
д.м.н., доцент	К.В. Атаманов	Новосибирск
д.м.н., профессор	А.И. Бабенко	Новосибирск
д.м.н., доцент	О.И. Бондарев	Новокузнецк
д.м.н., профессор	А.Н. Глушков	Кемерово
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН	Г.Ц. Дамбаев	Томск
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН	А.В. Ефремов	Новосибирск
д.м.н., доцент	А.Н. Жариков	Барнаул
д.б.н., профессор	А.Г. Жукова	Новокузнецк
д.м.н., доцент	С.Л. Кан	Кемерово
д.м.н., профессор	В.Б. Колядо	Барнаул
д.м.н., профессор	А.Г. Короткевич	Новокузнецк
д.м.н., профессор	В.Ш. Кумар	Москва
д.м.н., профессор	Г.А. Лапий	Новосибирск
д.м.н., профессор	И.В. Майборodin	Новосибирск
д.м.н., профессор	А.Л. Онищенко	Новокузнецк
д.м.н.	Н.И. Панев	Новокузнецк
д.м.н., профессор	А.Я. Перевалов	Пермь
д.м.н., профессор	В.А. Семенихин	Кемерово
д.м.н., профессор	Н.К. Смагулов	Караганда, Казахстан
д.б.н., доцент	Д.В. Суржиков	Новокузнецк
д.м.н., доцент	Н.В. Тапешкина	Новокузнецк
д.м.н., профессор	И.А. Те	Кемерово
д.м.н., профессор	С.И. Токмакова	Барнаул
д.м.н., доцент	С.И. Трибунский	Барнаул
д.м.н., доцент	Д.И. Трухан	Омск
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН	О.И. Уразова	Томск
д.б.н., профессор	И.М. Устьянцева	Ленинск-Кузнецкий
д.м.н., профессор	С.В. Черненко	Новокузнецк
д.м.н., профессор	Афзал Джавед	Лахор, Пакистан
д.м.н., профессор	Альфريد Лэнгле	Вена, Австрия
д.м.н., профессор	А. Пуховский	Эдмонтон, Канада

#### Индексация:

Российский Индекс научного цитирования (РИНЦ), Научная электронная библиотека «КиберЛенинка», электронно-библиотечная система «Лань», Directory of Open Access Journals (DOAJ), Ulrich's International Periodicals Directory, OCLC WorldCat, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OpenAIRE

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

<b>Штернис Т.А., Кан С.Л., Копытина Н.В.</b> ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ .....	5
---	---

<b>Воробьев А.М., Павленко В.В., Подолужный В.И., Радионон И.А., Каменева Е.А., Старцев А.Б.</b> РОЛЬ И МЕСТО ГОСПИТАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ В ПРАКТИКЕ ДЕТСКОГО ХИРУРГА .....	11
---	----

### ОБЗОРЫ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

<b>Влах Н.И., Стоянова И.Я., Данилов И.П., Пестерева Д.В.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....	14
---	----

<b>Созуракова Е.А., Чашин А.П., Мозес В.Г., Елгина С.И., Рудаева Е.В., Мозес К.Б., Черных Н.С.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО КЕРАТИТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	21
--	----

### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

<b>Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Холопова А.Ю.</b> ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ЭРИТРОПОЭТИНА В ПЛАЦЕНТАХ ТРЕТЬЕГО ТРИМЕСТРА ГЕСТАЦИИ ПРИ ОСТРОЙ COVID-19 .....	32
---	----

<b>Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Голиков Р.А., Ликонцева Ю.С.</b> ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА РИСК ЗДОРОВЬЮ ЖИТЕЛЕЙ НОВОКУЗНЕЦКА. ....	38
--	----

<b>Мулерова Т.А., Морозова Н.И., Алексеева Н.С., Мулерова Е.З., Огарков М.Ю.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ У НАСЕЛЕНИЯ ГОРНОЙ ШОРИИ. . .	44
---	----

<b>Потеряева Е.Л., Федорова Л.Т., Смирнова Е.Л., Несина И.А.</b> ГЕНДЕРНО-СОЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЗАДАПТАЦИИ ВРАЧА .....	52
--	----

<b>Просвиркина Е.В., Сахарчук А.Ю., Попов Д.М., Руднев С.Д.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ. ....	59
---	----

<b>Савченко О.А., Новикова И.И., Потеряева Е.Л., Чуенко Н.Ф.</b> ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ-МИШЕНЕЙ КРЫС WISTAR, НАХОДИВШИХСЯ ПОД КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ И ШУМА В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА .....	64
--	----

<b>Яшников М.В., Потеряева Е.Л., Максимов В.Н.</b> КЛИНИКО-ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНСУЛЬТА У РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ .....	75
---	----

<b>Колесникова Т.Г., Черноусов М.Е., Минина В.И., Вылегжанина А.В., Минин А.В., Баканова М.Л.</b> АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОЦЕНКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К РАКУ ЛЕГКИХ У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ .....	82
--	----

<b>Радоуцкая Е.Ю., Онищук Я.И., Свечкарь П.Е., Шмыгун М.В.</b> РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ВЫЯВЛЯЕМОСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 2019 ПО 2023 ГГ. ....	89
--	----

<b>Лубянский В.Г., Сероштанов В.В., Худякова В.И.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ В КУЛЬТЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ ДИСТАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПАНКРЕАТИТЕ И ОПУХОЛЯХ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. ....	93
---	----

### ЛЕКЦИИ

<b>Морозова А.В., Морозова О.А., Бичан Н.А.</b> НАСЛЕДСТВЕННЫЙ ГЕМОХРОМАТОЗ: РЕДКАЯ БОЛЕЗНЬ ИЛИ ТРУДНЫЙ ДИАГНОЗ ДЛЯ ВРАЧА-ТЕРАПЕВТА? .....	99
--	----

### ОБМЕН ОПЫТОМ

<b>Лобыкина Е.Н., Айкина Т.П., Маклакова Т.П., Лютина Е.И.</b> ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕРЕАБИЛИТАЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРЕДИАБЕТОМ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ НА БАЗЕ ЦЕНТРОВ ЗДОРОВЬЯ .....	104
---	-----

<b>Макеев В.В., Рыбина Т.М.</b> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДРЕЙСОВОГО ОСМОТРА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ. ....	110
---	-----

### СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

<b>Павленко В.В., Старцев А.Б., Слободина А.О., Каменева Е.А., Лесников С.М.</b> КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ АНЕВРИЗМЫ АОРТЫ ИЗ ПРАКТИКИ ДЕЖУРНОГО ХИРУРГА. ....	115
---	-----

### КАДРЫ

<b>Подолужный В.И., Павленко В.В., Радионон И.А.</b> 100 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДОЦЕНТА А.Н. ФРУМГАРЦА. ....	119
--	-----



ISSN: 2687-0053  
E-ISSN: 2588-0411 (online)

# Медицина в Кузбассе Medicine in Kuzbass

SCIENTIFICALLY-PRACTICAL REVIEWED JOURNAL

**Founder and Publisher:**  
"Medicine and Enlightenment"  
Publishing House

**Address of the founder,  
publisher and editorial staff:**  
October boulevard, 22,  
Kemerovo, 650066,  
Tel: +7-905-969-68-63  
E-mail: mail@mednauki.ru  
www.mednauki.ru

**Director:**

Kovalenko A.A.

**Science Editor:**

Chernykh N.S.

**Imposition planning:**

Chernykh A.A.  
Kovalenko I.A.

Edition is registered  
in the Federal Service  
for Control of Communication,  
Information Technologies  
and Mass Communications.

Registration number:  
series El No FS77-73457  
August 24, 2018

**Signed to print:** 01.12.2025  
**Date of publication:** 02.12.2025  
**Circulation:** 50 copies

According to the decision  
by the Ministry of Education  
and Science of the Russian Federation  
the journal Medicine in Kuzbass  
has been included into "The List  
of reviewed scientific publications,  
which should publish main scientific  
results of dissertations for candidate  
of sciences and PhD in medicine".

**Chief editor**

MD, PhD, professor Filimonov S.N., Novokuznetsk

**Deputy chief editor**

Mozes V.G., MD, PhD, professor, Kemerovo

**Editorial staff**

MD, PhD, professor	Agadzhanian V.V.	Leninsk-Kuznetsky
MD, PhD, professor	Kiselyova E.A.	Kemerovo
MD, PhD, professor	Lachman O.L.	Angarsk
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS	<u>Rukavishnikov V.S.</u>	Angarsk
MD, PhD, professor	Fleyshman A.N.	Novokuznetsk

**Editorial board**

MD, PhD, professor	Alekseev I.B.	Moscow
MD, PhD, associate professor	Anischenko V.V.	Novosibirsk
MD, PhD, associate professor	Atamanov K.V.	Novosibirsk
MD, PhD, professor	Babenko A.I.	Novosibirsk
MD, PhD, associate professor	Bondarev O.I.	Novokuznetsk
MD, PhD, professor	Glushkov A.N.	Kemerovo
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS	Dambaev G.Ts.	Tomsk
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS	Yefremov A.V.	Novosibirsk
MD, PhD, associate professor	Zharikov A.N.	Barnaul
PhD, professor	Zhukova A.G.	Novokuznetsk
MD, PhD, associate professor	Kan S.L.	Kemerovo
MD, PhD, professor	Kolyado V.B.	Barnaul
MD, PhD, professor	Korotkevich A.G.	Novokuznetsk
MD, PhD, professor	Kumar V.Sh.	Moscow
MD, PhD, professor	Lapiy A.L.	Novosibirsk
MD, PhD, professor	Mayborodin I.V.	Novosibirsk
MD, PhD, professor	Onishchenko A.L.	Novokuznetsk
MD, PhD	Panev N.I.	Novokuznetsk
MD, PhD, professor	Perevalov A.Ya.	Perm
MD, PhD, professor	Semenikhin V.A.	Kemerovo
MD, PhD, professor	Smagulov N.K.	Karaganda, Kazakhstan
PhD, associate professor	Surjikov D.V.	Novokuznetsk
MD, PhD, associate professor	Tapeshkina N.V.	Novokuznetsk
MD, PhD, professor	Tokmakova S.I.	Barnaul
MD, PhD, professor	Tyo I.A.	Kemerovo
MD, PhD, associate professor	Tribunsky S.I.	Barnaul
MD, PhD, associate professor	Trukhan D.I.	Omsk
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS	Urazova O.I.	Tomsk
PhD, professor	Ustyantseva I.M.	Leninsk-Kuznetsky
MD, PhD, professor	Tchernenko S.V.	Novokuznetsk
FRCPsych Visiting Associate Professor	Javed Afzal	Lahore, Pakistan
MD, PhD, professor	Langle Alfred	Vienna, Austria
MD, PhD, professor	Poukhovski Andrei	Edmonton, Canada

**Indexation:**

Russian Science Citation Index (RSCI), Scientific Electronic Library CyberLeninka,  
Directory of Open Access Journals (DOAJ), Ulrich's International Periodicals Directory,  
OCLC WorldCat, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), OpenAIRE

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### QUESTIONS OF TEACHING AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT

**Shternis T.A., Kan S.L., Kopytina N.V.**  
TRANSFORMATION OF THE PROCESS OF TEACHING INFORMATION  
TECHNOLOGY IN MEDICAL EDUCATION ..... 5

**Vorobyev A.M., Pavlenko V.V., Podoluzhny V.I., Radionov I.A.,  
Kameneva E.A., Starzev A.B.**  
THE ROLE AND PLACE OF HOSPITAL SURGERY IN THE PRACTICE  
OF A PEDIATRIC SURGEON ..... 11

### REVIEWS OF SCIENTIFIC LITERATURE

**Vlakh N.I., Stoyanova I.Ya., Danilov I.P., Pestereva D.V.**  
CURRENT APPROACHES TO THE STUDY OF EMOTIONAL BURNOUT  
IN THE CONTEXT OF ITS MANIFESTATION IN REPRESENTATIVES  
OF VARIOUS PROFESSIONAL GROUPS (LITERATURE REVIEW) ..... 14

**Sozurakova E.A., Chashchin A.P., Moses V.G., Elgina S.I.,  
Rudaeva E.V., Moses K.B., Chernykh N.S.**  
MODERN PRINCIPLES OF TREATMENT OF NEUROTROPHIC KERATITIS:  
REVIEW LITERATURE ..... 21

### ORIGINAL ARTICLES

**Ishchenko L.S., Voropaeva E.E., Kazachkova E.A.,  
Kazachkov E.L., Kholopova A.Y.**  
SPECIFIC FEATURES OF ERYTHROPOIETIN EXPRESSION  
IN THIRD-TRIMESTER PLACENTAS IN CASE OF ACUTE COVID-19. .... 32

**Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Golikov R.A., Likontseva Yu.S.**  
THE IMPACT OF CHEMICAL IMPURITIES IN DRINKING WATER  
ON THE HEALTH RISK OF NOVOKUZNETSK RESIDENTS ..... 38

**Mulerova T.A., Morozova N.I., Alekseeva N.S., Mulerova E.Z.,  
Ogarkov M.Yu.**  
POSSIBILITIES OF PREDICTING THE EFFECTIVENESS OF ANTIHYPERTENSIVE  
THERAPY IN THE POPULATION OF MOUNTAIN SHORIA ..... 44

**Poteryaeva E.L., Fedorova L.T., Smirnova E.L., Nesina I. A.**  
GENDER-SOCIAL FEATURES OF PROFESSIONAL MALADJUSTMENT  
OF A DOCTOR ..... 52

**Prosvirkina E.V., Sakharchuk A.Yu., Popov D.M., Rudnev S.D.**  
THE USE INTEGRATION OF MACHINE LEARNING  
FOR CARDIOVASCULAR DISEASE DIAGNOSIS..... 59

**Savchenko O.A., Novikova I.I., E.L. Poteriaeva, Chuenko N.F.**  
ASSESSMENT OF THE MORPHOLOGICAL STATE OF TARGET ORGANS  
IN WISTAR RATS THAT WERE EXPOSED TO COMBINED VIBRATION  
AND NOISE IN A CHRONIC EXPERIMENT. .... 64

**Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Maximov V.N.**  
CLINICAL AND PHENOTYPIC FEATURES OF STROKE  
IN WORKERS EXPOSED TO AEROSOLS WITH PREDOMINANTLY  
FIBROGENIC EFFECTS ..... 75

**Kolesnikova T.G., Chernousov M.E., Minina V.I.,  
Vylegzhanina A.V., Minin A.V., Bakanova M.L.**  
MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN ASSESSING GENETIC  
PREDISPOSITION TO LUNG CANCER AMONG COAL MINES  
WORKERS IN THE KEMEROVO REGION ..... 82

**Radoutskaia E.Yu., Onishchuk Ya.I., Svechkar P.E.,  
Shmygun M.V.**  
REGIONAL FEATURES OF THE STRUCTURE AND DETECTABILITY  
OF PRIMARY OCCUPATIONAL MORBIDITY IN THE NOVOSIBIRSK  
REGION FOR THE PERIOD FROM 2019 TO 2023 ..... 89

**Lubyansky V.G., Seroshtanov V.V., Khudyakova V.I.**  
ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR PREVENTING  
COMPLICATIONS AFTER DISTAL PANCREATCTOMY ..... 93

### LECTURES

**Morozova A.V., Morozova O.A., Bichan N.A.**  
HEREDITARY HEMOCHROMATOSIS: A RARE DISEASE  
OR A DIFFICULT DIAGNOSIS FOR A GENERAL PRACTITIONER? ..... 99

### EXCHANGE OF EXPERIENCE

**Lobykina E.N., Aikina T.P., Maklakova T.P., Lyutina E.I.**  
POSSIBILITIES FOR IMPLEMENTING HEALTH-SAVING  
TECHNOLOGIES FOR PRE-REHABILITATION AND REHABILITATION  
OF PATIENTS WITH PREDIABETES AND METABOLIC SYNDROME  
BASED ON HEALTH CENTERS. .... 104

**Makeev V.V., Rybina T.M.**  
ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION  
OF AUTOMATED PRE-TRIP INSPECTION SYSTEMS  
AT THE WORKPLACES OF THE BELARUSIAN RAILWAY ..... 110

### CASE HISTORY

**Pavlenko V.V., Startsev A.B., Slobodina A.O.,  
Kameneva E.A., Lesnikov S.M.**  
A CLINICAL CASE OF EXFOLIATING AORTIC ANEURYSM  
FROM THE PRACTICE OF AN ON-DUTY SURGEON ..... 115

### PERSONNEL

**Podoluzhny V.I., Pavlenko V.V., Radionov I.A.**  
100TH ANNIVERSARY – BIRTH OF ASSOCIATE PROFESSOR  
A.N. FRUMGARTS ..... 119

Статья поступила в редакцию 29.10.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-5-10 EDN: BHVVLS

**Информация для цитирования:**

Штернис Т.А., Кан С.Л., Копытина Н.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 5-10.

**Штернис Т.А., Кан С.Л., Копытина Н.В.**

Кемеровский государственный медицинский университет,  
г. Кемерово, Россия



## ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ

В статье анализируется использование информационных технологий в подготовке медицинских кадров с конца 80-х годов прошлого века до настоящего времени. Рассмотрены проблемы внедрения и показана эффективность освоения информационных технологий в учебном процессе.

**Цель исследования** – изучить использование информационных технологий в учебном процессе и оценить их роль в системе подготовки медицинских кадров.

**Материалы и методы.** Материалом исследования являются информационные технологии, используемые в подготовке медицинских кадров в высшем образовательном учреждении медицинского профиля с конца 80-х годов прошлого века до настоящего времени. В качестве методов исследования использованы: анализ литературных источников, выкопировка данных из учебных планов специальностей и рабочих учебных программ кафедр, анкетный метод, анализ и интерпретация полученных данных.

**Результаты и их обсуждение.** Значение информационных технологий в здравоохранении очень велико. Они улучшают качество медицинской помощи населению и совершенствуют работу медицинских организаций. В последние годы в России проводится цифровизация социальной сферы, в том числе и системы здравоохранения, в медицинских организациях используется большое количество информационных программ. В соответствии с требованиями времени, выпускник медицинского вуза должен иметь базовые знания и навыки работы в различных информационных системах, обладать цифровыми компетенциями. Это дает возможность быстрее осваивать цифровую среду как медицинской организации, так и системы здравоохранения в целом. Материалы исследования свидетельствуют, что новые информационные технологии, используемые в практическом здравоохранении, диктуют необходимость трансформации и учебного процесса. Современные информационные технологии, используемые в учебном процессе, помогают обучающимся легче осваивать изучаемый материал, быстрее адаптироваться к работе в цифровой среде медицинских организаций. Анкетирование студентов показывает, что более 95% из них положительно оценивают использование информационных технологий в учебном процессе.

**Заключение.** Трансформация процесса преподавания информационных технологий в процессе подготовки медицинских кадров зависит от уровня развития информационных технологий в целом в отрасли, взаимодействия образовательной организации с медицинскими организациями и органами управления здравоохранением региона, состояния материально-технической базы и подготовки профессорско-преподавательского состава образовательной организации. Преобразование процесса преподавания информационных технологий в учебном процессе позволяет улучшить практическую подготовку выпускников для работы в цифровой среде медицинских организаций и, как результат, обеспечить более высокий уровень специалистов в области охраны здоровья населения.

**Ключевые слова:** информационные технологии; цифровизация; медицинские изделия на основе использования искусственного интеллекта; геймификация; учебные планы; учебные программы; подготовка медицинских кадров

**Shternis T.A., Kan S.L., Kopytina N.V.**

Kemerovo State Medical University,  
Kemerovo, Russia

### TRANSFORMATION OF THE PROCESS OF TEACHING INFORMATION TECHNOLOGY IN MEDICAL EDUCATION

The article analyzes the use of information technology in the training of medical personnel from the late 80s of the last century to the present. The problems of implementation are considered and the effectiveness of information technologies in the educational process is shown.

**The purpose of the study** is to study the use of information technologies in the educational process and to evaluate their role in the system of medical personnel training.

**Materials and methods.** The research material is information technologies used in the training of medical personnel in a higher educational institution of a medical profile from the late 80s of the last century to the present. The following research methods were used: analysis of literary sources, copying of data from curricula of specialties and working curricula of departments, questionnaire method, analysis and interpretation of the data obtained.

**The results and their discussion.** The importance of information technology in healthcare is very great. They improve the quality of medical care for the population and improve the work of medical organizations. In recent years, Russia has been carrying out the digitalization of the social sphere, including the healthcare system, and medical organizations use a large number of information programs. In accordance with the requirements of the time, a graduate of a medical university must have basic knowledge and skills in working with various information systems, and possess digital competencies. This allows for faster development of the digital environment of both the medical organization and the healthcare system as a whole. The research materials show that new information technologies used in practical healthcare dictate the need for transformation of the educational process. Modern information technologies used in the educational process help students to learn the material more easily and adapt to work more quickly.

**Conclusion.** The transformation of the process of teaching information technologies in the process of training medical personnel depends on the level of development of information technologies in the industry as a whole, the interaction of an educational organization with medical organizations and regional health management bodies, the state of the material and technical base, and the training of the teaching staff of an educational organization. The transformation of the process of teaching information technologies in the educational process allows for improved practical training of graduates for working in the digital environment of medical organizations and, as a result, ensures a higher level of specialists in the field of public health.

**Key words:** information technology; digitalization; medical devices based on the use of artificial intelligence; gamification; curricula; training programs; and medical personnel training

Под информационными технологиями понимаются процессы, использующие совокупность средств и методов сбора, обработки, накопления и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса, явления, информационного продукта, а также распространения информации, и способы осуществления таких процессов и методов [1]. В настоящее время информационные процессы прочно вошли в жизнь каждого человека и общества в целом, и изменили образ жизни людей, их профессиональную и общественную деятельность.

Информационные технологии внедрены в образование и медицину [2]. Они облегчают доступ к знаниям, делают процесс обучения более интересным, интерактивным и персонализированным, повышают качество медицинской помощи пациентам и совершенствуют работу медицинских организаций [3, 4]. Медицинская отрасль является консервативной. Поэтому для внедрения инноваций требуется время и заинтересованность медицинского персонала в обучении [5]. Интересен процесс трансформации преподавания информационных технологий в подготовке медицинских кадров. Под термином трансформация понимается не только процесс развития, но и конечный результат этого процесса — формирование цифровой личности будущего врача.

Информационный поиск показал, что научных работ, посвященных анализу результатов трансформации процесса преподавания информационных технологий и оценке его влияния на качество практической подготовки выпускников, крайне мало.

**Цель исследования** заключается в изучении использования информационных технологий в учебном процессе и оценке их роли в подготовке врачей, готовых работать в условиях цифрового здравоохранения.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во второй половине прошлого века получила развитие кибернетика, как наука об общих закономерностях получения, хранения, преобразования и

передачи информации в сложных управляющих системах. Кибернетика получила наибольшее распространение в медицине и стала называться медицинской кибернетикой. По сути, медицинская кибернетика является междисциплинарным научным направлением, связанным с использованием научных методов кибернетики в медицине [6].

Учебные программы медицинского вуза предусматривают изучение такой дисциплины, как медицинская или санитарная статистика, где студенты обрабатывают большие математические массивы. Сотрудники и студенты проводят большую и разностороннюю научную работу, требующую математической обработки получаемых данных. В начале 60-х годов прошлого столетия для автоматизированной математической обработки использовались арифмометры, на смену которым затем пришли калькуляторы. Научный поиск осуществлялся по литературным источникам библиотечных фондов.

В это же время на промышленных предприятиях и в здравоохранении Кузбасса появляются электронно-вычислительные машины (ЭВМ). Разрабатываются медицинские информационные системы, такие как автоматизированные системы управления АСУ «Горздрав» и АСУ «Облздрав». В 1980 году появилась первая ЭВМ в Кемеровском государственном медицинском институте, которая была передана вузу ПО «Кемеровоуголь». ЭВМ использовалась для математической обработки данных научных исследований и в обучении студентов. В 1982 году была приобретена новая ЭВМ «Мера-1С, Камак» Чешского производства. Многие сотрудники вуза обрабатывали научные материалы своих исследований на данной ЭВМ.

В 90-х годах в вузе стали появляться персональные компьютеры, спрос на которые превышал возможности вуза. Для насыщения кафедр закупалось много компьютерной техники, в том числе бывшей в употреблении, но в хорошем работоспособном состоянии. За счет этого удалось создать компьютерные классы на теоретических и клинических кафедрах для использования в учебном процессе.

В 1997 году в вузе появился интернет, продолжились закупки компьютерной техники и программ-

ного обеспечения. Осуществлялось обучение преподавателей, сотрудников и студентов работе на компьютере, освоение программ Lexicon, Word, Excel, PowerPoint, Statistica, IBM SPSS Statistics, C1 и др. В настоящее время в вузе насчитывается более 1200 компьютеров, 38 компьютерных классов, 140 мультимедийных проекторов, 24 интерактивные доски, и в настоящее время проводится непрерывное обновление и пополнение фонда данного технического оснащения.

Параллельно с компьютеризацией учебного процесса активно развивались информационные технологии в научной библиотеке. В 1991 году в работу библиотеки внедрена автоматизированная информационно-библиотечная система «МАРК», в 2003 году – программное обеспечение «Система автоматизации библиотек «Ирбис». Автоматизированная информационная библиотечная система «Ирбис» дает возможность комплексной автоматизации библиотечных процессов: комплектование литературы; создание и ведение электронного каталога; систематизацию; обработку поступающих изданий; справочно-информационное обслуживание; обслуживание читателей; учет библиотечного фонда; межбиблиотечный абонемент. Создана база данных «Электронная библиотека Кемеровского государственного медицинского университета», включающая в себя более 3500 электронных источников. Организован зал справочно-информационных ресурсов на 50 посадочных мест и 18 автоматизированных рабочих мест с выходом в Internet. Обеспечен доступ обучающихся к ЭБС «Консультант студента», «Консультант врача», «Электронная медицинская библиотека», Информационно-справочная система «Кодекс» с базой данных № 89781 «Медицина и здравоохранение» [7].

В студенческой среде быстро увеличивался спрос на информационные услуги по месту проживания. Поэтому в 2013 году общежития были подключены к вузовскому интернету.

Предметно и целенаправленно использование информационных технологий в обучении началось в 1988 году, когда на базе Кемеровского областного медицинского информационно-аналитического центра был открыт курс медицинской и биологической кибернетики и информатики.

В дальнейшем трансформация учебной дисциплины «Медицинская информатика» привела к созданию отдельной кафедры информационных технологий. Необходимость ее создания была продиктована потребностью практического здравоохранения, в котором информационные технологии приобретали все большее значение и требовали соответствующих компетенций от медицинских кадров.

В настоящее время все преподаватели кафедры имеют подготовку по современным дополнительным профессиональным программам в области искусственного интеллекта и цифровых технологий, в том числе в системе здравоохранения.

На кафедре информационных технологий занимаются студенты 2-х курсов лечебного, стоматоло-

гического, медико-профилактического, педиатрического, фармацевтического факультетов, высшего среднего образования, студенты, проходящие обучение по программам среднего специального образования, а также студенты 5-6 курсов лечебного и педиатрического факультетов, клинические ординаторы, магистранты и аспиранты.

На младших курсах изучаются общие вопросы медицинской информатики, на старших курсах рассматриваются разнообразные электронные программы и методы, информационные технологии, используемые в здравоохранении.

Учебный процесс по информационным технологиям имеет большую гибкость. Возникающие проблемы в практическом здравоохранении своевременно находят отражение в научной деятельности преподавателей и студентов, а также тематике практических занятий. Например, у многих врачей появились трудности с оформлением электронного листка нетрудоспособности. Для устранения этой проблемы на кафедре были разработаны программы для ЭВМ «База данных по экспертизе временной нетрудоспособности (Свидетельство о государственной регистрации № 2023670019 от 25.05.2023 г.)» и «Тренажер для отработки навыков заполнения электронного листка нетрудоспособности» (Свидетельства о государственной регистрации № 2023663973 от 29.06.2023 г.) [8].

Назначением базы данных является формирование теоретических знаний и практических навыков в области организации, проведения и контроля за осуществлением экспертизы временной нетрудоспособности. Приводятся средства предоставления доступа к нормативно-правовым документам, изложены основы организации экспертизы временной нетрудоспособности и порядок ее проведения. Рассматриваются особенности ее проведения при различных заболеваниях и состояниях. Дается представление о порядке оформления листков нетрудоспособности, выдаче, хранении и их учете, принципах контроля экспертизы временной нетрудоспособности, работе врачебной комиссии медицинской организации, а также об обязательном социальном страховании в Российской Федерации, порядке выплат пособий по временной нетрудоспособности и в связи с материнством. База данных предназначена для повышения квалификации руководителей и врачей медицинских организаций.

Тренажер для отработки навыков заполнения электронного листка нетрудоспособности используется на занятиях выпускных курсов лечебного и педиатрического факультетов, с клиническими ординаторами и врачами, проходящими обучение по дополнительным программам профессиональной подготовки.

В здравоохранении широко используются электронные медицинские записи, осуществляемые посредством разнообразных медицинских информационных систем (МИС). В Кузбассе на протяжении нескольких лет использовались МИС «Арена» и «Аметист», а в последние годы медицинские орга-

низации работают в медицинской информационной системе «Ариадна», которая охватывает все сферы деятельности, позволяет быстро и эффективно решать задачи по конкретным направлениям деятельности. Однако ее освоение сотрудниками медицинских организаций требует много времени при обязательном наличии консультантов. Для решения этой проблемы на кафедре информационных технологий установлена демонстрационная версия программы МИС «Ариадна», осуществляется ее освоение студентами 5-6 курсов, клиническими ординаторами и врачами. Многие студенты изъявляют желание изучать эту программу даже во внеучебное время в рамках самостоятельной внеаудиторной работы. Приобретенные за время обучения навыки работы с МИС «Ариадна» способствуют быстрому вхождению молодых специалистов в лечебно-профилактический режим работы медицинских организаций.

В настоящее время весьма актуальным является внедрение в работу медицинских организаций технологий бережливого производства, способствующих повышению эффективности работы медицинского персонала, снижению затрат, повышению показателей удовлетворенности пациентов и медицинских работников. Для обучения инструментам и методам бережливого производства разработана программа для ЭВМ «Виртуальный стоматологический кабинет» (Свидетельство о государственной регистрации № 2025667655 от 08.07.2025 г.), которая позволяет моделировать организацию рабочего места специалистов с целью сокращения потерь в процессе оказания стоматологической помощи.

Важной информационной технологией в здравоохранении сегодня выступает телемедицина, позволяющая при помощи телекоммуникационных систем оказывать консультативную медицинскую помощь медицинским работникам и пациентам. На кафедре информационных технологий студенты изучают организацию телемедицинских услуг в стране и регионе, технологии взаимодействия между участниками процесса и используемые носимые устройства (персональные медицинские помощники) для дистанционного отслеживания параметров здоровья пациентов.

Все большее значение в здравоохранении приобретает использование медицинских изделий на основе систем искусственного интеллекта для оценки разнообразных медицинских данных, диагностики заболеваний и выбора методов лечения. На практических занятиях на кафедре изучаются возможности применения в медицине, здравоохранении и медицинском образовании больших лингвистических моделей, оценка эффективности медицинских изделий на основе систем искусственного интеллекта, подготовка данных для систем искусственного интеллекта, вопросы этики применения искусственно-го интеллекта в сфере охраны здоровья.

Обучающиеся приобретают навыки работы с перечнем медицинских изделий на основе систем искусственного интеллекта на официальном сайте Ми-

нистерства здравоохранения Российской Федерации. На сегодняшний день к применению на территории Российской Федерации зарегистрированы 48 систем искусственного интеллекта. Данные системы можно разделить на группы: анализ изображений, фармакотерапия, интерпретация результатов электрокардиографии, анализ медицинских карт (система поддержки принятия врачебных решений) и другие. Во время практических занятий обучающиеся получают навык поиска регистрационных удостоверений на данные медицинские изделия в Государственном реестре медицинских изделий на официальном сайте Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзора).

Обучение студентов также предусматривает демонстрацию находящихся в свободном доступе ресурсов по применению систем искусственного интеллекта при оказании медицинской помощи, образовательных контентов по использованию данных систем, в том числе с решением клинических кейсов.

Большой интерес у студентов вызывает использование в учебном процессе технологии виртуальной и дополненной реальности. Так, на VR-тренажере «Первая помощь» обучающиеся проходят практическую подготовку по оказанию первой помощи в виртуальной среде по 10 сценариям: отсутствие сознания, остановка дыхания и кровообращения, наружные кровотечения, инородные тела верхних дыхательных путей, травмы различных областей тела, ожоги, обморожение, отравление, инфаркт, инсульт. В игровой форме происходит формирование модели поведения в экстренных и неотложных ситуациях.

В настоящее время на кафедре информационных технологий создан и функционирует студенческий кружок «ИТ-Медик». Участники студенческого кружка самостоятельно создали геймифицированный контент интегративной модели для формирования и оценки навыков безопасного поведения в чрезвычайной ситуации (компьютерная игра «Чрезвычайная ситуация: хлор»), который также используется в образовательном процессе студентов.

При освоении информационных технологий обучающиеся знакомятся с вопросами кибербезопасности и защиты данных пациентов, цифровой этики и кибергигиены, ответственностью медицинских работников в данной сфере. Для формирования подобных компетенций организуется практическое занятие по изучению действующих на момент обучения в Российской Федерации нормативно-правовых актов, государственных стандартов по информации и информационной безопасности, защите персональных данных пациентов, врачебной тайне. Полученные знания помогают сформировать специалиста, грамотно и безопасно осуществляющего свою жизнедеятельность в реальном и цифровом мире.

Для реализации сквозного потока формирования будущего врача, обладающего цифровыми компетенциями, кафедра информационных технологий принимает участие в профориентационном проекте «Медицинские классы в КемГМУ». Со школьника-

ми проводятся занятия по темам «Компьютерное зрение» и «Медицина экстремальных ситуаций», в рамках которого используются VR-тренажер «Первая помощь» и геймифицированный контент «Чрезвычайная ситуация: хлор».

По результатам проводимых маркетинговых исследований на предмет удовлетворенности изучаемыми дисциплинами 98,5% студентов полностью удовлетворены качеством проведения лекционных и практических занятий, 90% обучающихся подчеркивают важность изучения прикладных информационных технологий в предлагаемом им объеме, 95% студентов отмечают повышение интереса к изучению дисциплины при введении игрового контента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровые технологии прочно и широко вошли в деятельность здравоохранения, постоянно появляются новые и совершенствуются имеющиеся. Система подготовки медицинских кадров должна учитывать существующие изменения в использовании информационных технологий в здравоохранении и осуществлять трансформацию образовательного процесса подготовки медицинских кадров.

Трансформация информационных технологий в процессе подготовки медицинских кадров зависит от развития информационных технологий в целом, взаимодействия образовательной организации с медицинскими организациями и органами управления здравоохранением региона, состояния материально-технической базы и подготовки профессорско-преподавательского состава образовательной организации. Преобразование процесса преподавания информационных технологий позволяет улучшить

практическую подготовку выпускников для работы в электронной среде медицинских организаций и, как результат, обеспечить более высокий уровень в области охраны здоровья населения.

Большую роль в подготовке современных медицинских кадров имеет кафедра информационных технологий, которая обеспечивает формирование цифровых компетенций у будущих врачей, медицинских сестер и других медицинских специалистов, способность понимать принципы работы информационных технологий, использовать их для решения задач профессиональной деятельности и соблюдать правила информационной безопасности.

Трансформация процесса преподавания информационных технологий при подготовке медицинских кадров соответствует стратегической цели университета по достижению высокого качества образования, совершенствованию системы здравоохранения, повышению показателей здоровья населения [9].

На современном этапе миссия кафедры информационных технологий — открывать новые горизонты профессии в цифровом мире. Для реализации миссии кафедра обладает полным арсеналом инновационных педагогических технологий формирования компетенций будущих врачей, готовых к реализации национальных целей и стратегических проектов страны.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. On Information, Information Technologies and Information Protection: Federal Law of the Russian Federation No. 149-FZ of July 27, 2006 (as amended on September 01, 2025). [Internet]. Russian (Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (ред. от 01.09.2025) URL: <https://kod.kodeks.ru/docs/> (дата обращения 23.10.2025)
2. Verts AA, Kharitonova ND. Information technologies in the healthcare system. In: Scientific and Technical Support for the Agro-Industrial Complex, Status and Development Prospects: Collection of the XIII International Scientific and Practical Conference, Omsk, February 27, 2025. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin; 2025. P. 632-638. Russian (Верц А.А., Харитонов Н.Д. Информационные технологии в системе здравоохранения // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: Сб. XIII Междунар. науч.-практ. конф., Омск, 27 февраля 2025 г. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2025. С. 632-638.)
3. Borisov IV, Bondar VA, Kudinov DA, Nekrasova Yu.Yu., Kanarsky M.M., Pradhan P., et al. Problems and prospects of IT in healthcare in Russian: modern realities. *Medicine*. 2022; 10(4): 10-30. Russian (Борисов И.В., Бондарь В.А., Кудинов Д.А., Некрасова Ю.Ю., Канарский М.М., Прадхан П., и др. Проблемы и перспективы ИТ в здравоохранении России: современные реалии // Медицина. 2022. Т. 10, № 4(40). С. 10-30.) doi: 10.29234/2308-9113-2022-10-4-10-30
4. Yakovlev DS, Yakovlev AS, Akimenko GV. On the application of active and interactive teaching methods in professional education. *Dnevnik Nauki*. 2023; (10). Russian (Яковлев Д.С., Яковлев А.С., Акименко Г.В. К вопросу применения активных и интерактивных методов обучения в профессиональном образовании // Дневник науки. 2023. № 10(82).)
5. Osipova AM, Terentjeva NA. Information technologies in the healthcare sector of the Russian Federation: development, results, tasks. *Molodoy uchonyj*. 2024; (4): 449-451. Russian (Осипова А.М., Терентьева Н.А. Информационные технологии в сфере здравоохранения РФ: развитие, результаты, задачи // Молодой ученый. 2024. № 4(503). С. 449-451.)
6. Novikov DA. *Cybernetics: Navigator. History of Cybernetics, Current State, Development Prospects*. Moscow: Lenand; 2016. 160 p. Russian (Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. М.: Ленанд, 2016. 160 с.)

7. Ivoilov VM, Kopytina NV, Shternis TA, Okorokova NA. Development of information technologies at the Kemerovo State Medical University. Topical Problems of Preventive Medicine: Materials of the Interregional Scientific and Practical Conference Dedicated to the 150th Anniversary of the Birth of Academician N.A. Semashko, Kemerovo, December 12, 2024. Kemerovo; 2024. P. 551-562. Russian (Ивойлов В.М., Копытина Н.В., Штернис Т.А., Окорокова Н.А. Развитие информационных технологий в Кемеровском государственном медицинском университете //Актуальные проблемы профилактической медицины: матер. Межрегион. науч.-практ. конф., посвященной 150-летию со дня рождения академика Н.А. Семашко, Кемерово, 12 декабря 2024 года. Кемерово, 2024. С. 551-562.)
8. Certificate of State Registration of the Computer Program No. 2023663973, Russian Federation. Training tool for practicing filling out an electronic disability certificate Application No. 15.05.2023 : Published on 29.06.2023 / Т.А. Shternis, N.V. Kopytina, S.S. Vazemiller et al. Russian (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023663973 Российская Федерация. Тренажер для отработки навыков заполнения электронного листа нетрудоспособности: № 2023619621: заявл. 15.05.2023: опубл. 29.06.2023 /Штернис Т.А., Копытина Н.В., Ваземиллер С.С. и др.; заявитель ФГБОУ ВЦ КемГМУ Минздрава России.)
9. Ivoilov VM, Kopytina NV, Shternis TA. Strategic projects in a medical university as an effective tool for the development of educational programs and improving the quality of medical education Topical Challenges and Problems of Medical and Pharmaceutical Education: Materials of the XVI Scientific and Methodological Conference with International Participation, Kemerovo, February 26, 2025. Kemerovo: Kemerovo State Medical University; 2025. P. 338-46. Russian (Ивойлов В.М., Копытина Н.В., Штернис Т.А. Стратегические проекты в медицинском вузе как эффективный инструмент развития образовательных программ и повышения качества медицинского образования //Актуальные вызовы и проблемы медицинского и фармацевтического образования: матер. XVI науч.-метод. Конф. с междунар. участием, Кемерово, 26 февраля 2025 года. Кемерово: КемГМУ, 2025. С. 338-346.)

#### Сведения об авторах:

ШТЕРНИС Татьяна Александровна, канд. мед. наук, доцент, зав кафедрой информационных технологий, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: tatyana-shternis@yandex

КАН Сергей Людовикович, доктор мед. наук, доцент, ректор, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: kemsma@kemsma.ru

КОПЫТИНА Наталья Валерьевна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: kopytina.natalia@gmail.com

#### Information about authors:

SHTERNIS Tatyana Aleksandrovna, candidate of medical sciences, docent, head of the department of information technologies, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: tatyana-shternis@yandex

KAN Sergey Ludovikovich, doctor of medical sciences, docent, rector, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: kemsma@kemsma.ru

KOPYTINA Natalia Valerievna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of information technologies, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: kopytina.natalia@gmail.com

**Корреспонденцию адресовать:** ШТЕРНИС Татьяна Александровна, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России

Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: tatyana-shternis@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 11.10.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-11-13 EDN: DAOCPD

**Информация для цитирования:**

Воробьев А.М., Павленко В.В., Подолужный В.И., Радионов И.А., Каменева Е.А., Старцев А.Б. РОЛЬ И МЕСТО ГОСПИТАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ В ПРАКТИКЕ ДЕТСКОГО ХИРУРГА // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 11-13.

**Воробьев А.М., Павленко В.В., Подолужный В.И., Радионов И.А., Каменева Е.А., Старцев А.Б.**

Кемеровский государственный медицинский университет,  
Кузбасская клиническая больница скорой медицинской помощи им. М.А. Подгорбунского,  
г. Кемерово, Россия



## РОЛЬ И МЕСТО ГОСПИТАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ В ПРАКТИКЕ ДЕТСКОГО ХИРУРГА

Проведен анализ преподавания курса госпитальной хирургии у студентов лечебного и педиатрического факультетов. Изучены особенности течения хирургических болезней у пациентов в зависимости от пола, возраста и сопутствующих заболеваний, в том числе и врожденного генеза. Определены формы и оптимальные сроки хирургического лечения не только при типичном проявлении заболевания, но и при сопутствующих заболеваниях, а также при редких формах хирургической патологии.

**Ключевые слова:** Кемеровский государственный медицинский университет; кафедра госпитальной хирургии; подготовка врачебных кадров

**Vorobyev A.M., Pavlenko V.V., Podoluzhny V.I., Radionov I.A., Kameneva E.A., Starzev A.B.**

Kemerovo State Medical University,  
Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care named after M.A. Podgorbunsky, Kemerovo, Russia

### THE ROLE AND PLACE OF HOSPITAL SURGERY IN THE PRACTICE OF A PEDIATRIC SURGEON

The analysis of teaching a course of hospital surgery among students of the Faculty of Medicine and Pediatrics is carried out. The features of the course of surgical diseases in patients, depending on gender, age, and concomitant diseases, including those of congenital origin, have been studied. The forms and optimal timing of surgical treatment have been determined not only for the typical manifestation of the disease, but also for concomitant diseases, as well as for rare forms of surgical pathology.

**Key words:** Kemerovo State Medical University; department of hospital surgery; training of surgical personnel

Особенностям преподавания госпитальной хирургии посвящены многие пособия, руководства и учебники. Однако публикации, посвященные сравнительным аспектам хирургической патологии взрослых и детей, встречаются крайне редко. Нами проведен анализ хирургической патологии взрослых и детей с учетом возможного участия в диагностическом и лечебном процессе как хирургов взрослой сети, так и детских хирургов. Понимание особенностей течения патологического процесса в каждой возрастной группе является важной составляющей успешного лечения.

**Цель исследования** — научить студентов применять полученные теоретические знания у больных с хирургической патологией в различных возрастных группах.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использованы и обобщены результаты преподавания детской хирургии на кафедрах госпитальной хирургии в медицинских вузах РФ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Госпитальная хирургия — это этап оказания специализированной, круглосуточной хирургической помощи в условиях стационара пациентам, которые нуждаются в неотложном вмешательстве при наличии острой патологии, травме или их осложнениях, угрожающих жизни больного, и в плановом оперативном лечении по поводу хирургических заболеваний. В детской практике это означает, что госпитальный хирург работает с пациентами от периода новорожденности до 18 лет, учитывая все анатомо-физиологические и психологические особенности этих возрастных групп.

Преподавание госпитальной хирургии является важным звеном в учебном процессе медицинского вуза. Основные задачи клиники госпитальной хирургии были заложены и сформулированы основателем госпитальной хирургии Николай Ивановичем Пироговым (1810-1881 гг.). В задачу курса госпитальной хирургии входит обучение студента клиническому мышлению у постели больного. При про-

хождении курса госпитальной хирургии студенты изучают особенности течения заболевания, в том числе осложненные и редкие формы хирургической патологии. Углубленное изучение основ клинической хирургии позволяет оценить различные варианты проявления заболевания и их влияние на его исход [1]. Особенности курса госпитальной хирургии в современных условиях позволяют познакомиться студентов с новыми разделами хирургии, в том числе с врожденными заболеваниями, хирургией сосудов, диафрагмы, портальной гипертензией и др.

Ключевая роль госпитальной хирургии в практике детского хирурга определяется местом госпитального этапа в оказании медицинской помощи больному. Хирург в поликлинике проводит первичный осмотр, диагностирует «простые» состояния (например, паховая грыжа, водянка оболочек яичка), направляет ребенка на плановую госпитализацию и ведет послеоперационное наблюдение после выписки.

Госпитальный этап в хирургическом стационаре — центральное звено оказания хирургической помощи. Сюда стекаются все сложные случаи как из поликлиники, так и по скорой помощи. Здесь выполняется основная лечебная работа. Этап реанимации и интенсивной терапии в стационаре является неотъемлемой частью госпитальной хирургии, особенно в неонатальной и абдоминальной хирургии. Хирург активно участвует в ведении пациента в ОРИТ совместно с реаниматологами. Заключительный этап в лечении состоит в реабилитации больного после выписки ребенка под наблюдение поликлинического хирурга.

Известно, что основным отличием детской хирургии являются анатомо-физиологические особенности детского организма, влияющие на течение и проявления хирургической патологии детского возраста: малые размеры органов, особенности метаболизма, незрелость систем организма. Это требует специальных навыков, инструментария и знаний особенностей в подходе к обезболиванию и инфузионной терапии. Дополнительной особенностью является специфичность патологий: некоторые заболевания встречаются преимущественно или исключительно в детском возрасте (например, инвагинация кишечника, пилоростеноз). Кроме того, необходимо учитывать и психологический аспект: необходимость работы не только с ребенком, но и с его родителями, умение найти подход к пациенту любого возраста. Широкий спектр врожденных пороков развития, таких как атрезия пищевода, болезнь Гиршпрунга, диафрагмальные грыжи, пороки развития желчевыводящих путей и др., требуют обширных знаний хирургической патологии детского организма и тактики ее лечения.

Все эти аспекты находят отражение в многообразии палитры клинических проявлений хирургической патологии, особенно у детей младшего возраста, когда нервная система еще не сформирована и типичные клинические проявления заболевания не всегда соответствуют классической симптоматике, например, дети до трех лет не локализируют боли в животе. Следует отметить, что все особенности находят отра-

жение в используемых компетенциях, которые соответствуют рекомендуемым стандартам лечения [2, 3].

Одним из сложных разделов госпитальной хирургии является оказание ургентной хирургической помощи при критических и экстремальных состояниях, когда фактор времени играет решающую роль в исходе заболевания. На наш взгляд, владение теоретическими знаниями и практическими навыками при оказании медицинской помощи в различных возрастных группах имеет важное значение, влияющее на прогноз заболевания. Знакомство студентов педиатрического и лечебного факультетов с некоторыми формами хирургической патологии печени, желудка, поджелудочной железы, а также патологией, связанной с незавершенным поворотом кишечника в период внутриутробного развития, позволяют в определенных ситуациях правильно ориентироваться не только в диагнозе, но и в лечебной тактике. Это позволяет определить показания и противопоказания к операциям, правильно выбрать вид и объем оперативного вмешательства. Необходимо учесть, что на госпитальной хирургии формируется понимание важнейшего организационно-координационного «пироговского» принципа медицинской сортировки, что хирург — «дирижер хирургического процесса», он руководит мультидисциплинарной командой, координирует работу с анестезиологами-реаниматологами (особенно важно у детей, где дозировки и подходы критически отличаются), взаимодействует с педиатрами, инфекционистами, кардиологами и другими специалистами для коррекции сопутствующей патологии, руководит средним и младшим медицинским персоналом отделения, обеспечивая преемственность в уходе за больным.

Таким образом, совершенствование образовательного процесса у студентов лечебного и педиатрического факультетов помогает оптимизировать теоретические знания и практические навыки при оказании медицинской помощи в период самостоятельной работы [4, 5].

Госпитальная хирургия — это фундамент для профессиональной деятельности детского хирурга. Это та область, где применяются самые глубокие знания и базовые практические навыки, на основе которых принимаются решения о тактике лечения больных. Она является связующим звеном между амбулаторным этапом лечения и реабилитацией, обеспечивая непрерывность и качество хирургической помощи детям.

Без сильного и хорошо оснащенного госпитального этапа невозможно представить себе ни оказание экстренной помощи, ни лечение сложных пороков развития, ни подготовку квалифицированных кадров детских хирургов.

#### **Информация о финансировании и конфликте интересов**

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Osnovy` poliklinicheskoy hirurgii v rabote vracha obshhej praktiki: uchebnoe posobie dlya poslevuzovskogo professional`nogo obrazovaniya vrachej /B.N. Zhukov i dr.; Samara: Medicina, 2011. 139 s. Russian (Основы поликлинической хирургии в работе врача общей практики: учебное пособие для послевузовского профессионального образования врачей /Б.Н. Жуков и др.; Самара : Медицина, 2011. 139 с.)
2. Prakticheskie navy`ki po kursu gospital`noj hirurgii: uchebnoe posobie /S.E. Katorkin, P.N. My`shencev, S.A. By`strov. Samara: Samarskoe otdelenie Litfonda, 2017. 232 s. Russian (Практические навыки по курсу госпитальной хирургии: учебное пособие /С.Е. Каторкин, П.Н. Мышенцев, С.А. Быстров. Самара: Самарское отделение Литфонда, 2017. 232 с.)
3. Konspekt vracha. Izbranny`e lekzii po kursu gospital`noj hirurgii /S.E. Katorkin, P.S. Andreev, V.R. Isaev. Samara: Samarskij gosudarstvenny`j medicinskij universitet, 2016. 179 s. Russian (Конспект врача. Избранные лекции по курсу госпитальной хирургии /С.Е. Каторкин, П.С. Андреев, В.Р. Исаев. Самара: Самарский государственный медицинский университет, 2016. 179 с.)
4. Podoluzhny`j V.I., Pavlenko V.V., Radionov I.A., Ivanov S.V., Shabalina O.V. Modernizaciya medicinskogo obrazovaniya na kafedre gospital`noj hirurgii //Aktual`ny`e voprosy` pov`sheniya kachestva neprery`vnogo medicinskogo obrazovaniya: materialy` IX Mezhtregional`noj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem. Kemerovo, 2017. S. 104-106. Russian (Подолужный В.И., Павленко В.В., Радионов И.А., Иванов С.В., Шабалина О.В. Модернизация медицинского образования на кафедре госпитальной хирургии //Актуальные вопросы повышения качества непрерывного медицинского образования: материалы IX Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. Кемерово, 2017. С. 104-106.)
5. Podoluzhny`j V.I., Radionov I.A., Pavlenko V.V., Kokoulina Yu.A. Ispol`zovanie e`lektronny`h informacionno-obrazovatel`ny`h tehnologij na kafedre gospital`noj hirurgii //Kachestvennoe professional`noe obrazovanie: sovremenny`e problemy` i puti resheniya: materialy` XIV nauchno-metodicheskoy konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem. 2022. S. 414-417. Russian (Подолужный В.И., Радионов И.А., Павленко В.В., Кокоулина Ю.А. Использование электронных информационно-образовательных технологий на кафедре госпитальной хирургии //Качественное профессиональное образование: современные проблемы и пути решения: материалы XIV научно-методической конференции с международным участием. 2022. С. 414-417.)

**Сведения об авторах:**

ВОРОБЬЕВ Анатолий Михайлович, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: dr.vort@mail.ru

ПАВЛЕНКО Владимир Вячеславович, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: pavlenkovv@list.ru

ПОДОЛУЖНЫЙ Валерий Иванович, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: pvi2011@mail.ru

РАДИОНОВ Игорь Александрович, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: radionov3@mail.ru

КАМЕНЕВА Евгения Александровна, доктор мед. наук, главный врач, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия. E-mail: evgkameneva@yandex.ru

СТАРЦЕВ Андрей Борисович, канд. мед. наук, зав. хирургическим отделением № 1, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия. E-mail: starz1975@mail.ru

**Information about authors:**

VOROBYEV Anatoly Mikhailovich, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. Email: dr.vort@mail.ru

PAVLENKO Vladimir Vyacheslavovich, doctor of medical sciences, professor, head of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. Email: pavlenkovv@list.ru

PODOLUZHNY Valery Ivanovich, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. Email: pvi2011@mail.ru

RADIONOV Igor Aleksandrovich, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: radionov3@mail.ru

KAMENEVA Evgenia Aleksandrovna, doctor of medical sciences, chief physician, M.A. Podgorbunsky Kemerovo Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia. E-mail: evgkameneva@yandex.ru

STARTSEV Andrey Borisovich, candidate of medical sciences, head of surgical department N 1, M.A. Podgorbunsky Kemerovo Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia. E-mail: starz1975@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** Павленко Владимир Вячеславович, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России.

Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: pavlenkovv@list.ru

**Информация для цитирования:**

Влах Н.И., Стоянова И.Я., Данилов И.П., Пестерева Д.В. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 14-20.

**Влах Н.И., Стоянова И.Я., Данилов И.П., Пестерева Д.В.**

НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,  
г. Новокузнецк, Россия,  
Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия



## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В настоящее время, в условиях высоких технических требований и увеличивающегося потока информации, информатизации и интенсивности труда, конкуренции и необходимости выстраивания межличностных отношений на рабочих местах, проблема профессионального эмоционального выгорания сохраняет свою актуальность. К психологическим проявлениям эмоционального выгорания относятся эмоциональное истощение, избыточная тревога, дезинтеграция личности. Эти нарушения чаще всего наблюдаются у работников в сфере услуг и медицине в ответ на постоянно высокую интенсивность социальных контактов, что в итоге приводит к рискам психологических и физиологических нарушений.

По этой причине эмоциональное выгорание исследовалось в основном у работников «помогающих» профессий: педагогов, врачей, медицинских и социальных работников, психологов. Изучение данного феномена у работников других сфер профессиональной деятельности крайне недостаточно, особенно среди работников промышленных и ресурсодобывающих отраслей. Так, например, представляется значимым изучение эмоционального выгорания у работников основных профессий угольной промышленности – ведущей отрасли в Кузбассе, которая занимает лидирующее место в стране по числу работающих во вредных и/или опасных условиях труда – 374,6 тыс. человек, из которых 13% заняты добычей полезных ископаемых. Удельный вес работников с вредными и/или опасными условиями труда от общей численности занятых работников по основным видам экономической деятельности в регионе составляет 67,5%.

Поиск и отбор источников для выявления основных направлений изучения особенностей эмоционального выгорания у представителей различных профессий, в том числе у работников угледобывающей промышленности, осуществлен с использованием библиографических баз данных: Scopus, MedLine, Web of Science, PubMed, The Cochrane Library, РИНЦ, CyberLeninka. Представленные в обзоре результаты исследований отечественных и зарубежных авторов свидетельствуют о разнообразии подходов к изучению этого феномена. Ученые сходятся во мнении о необходимости выявления ранних признаков эмоционального выгорания, мониторинга психоэмоционального состояния, определения групп риска среди работников различных профессиональных когорт для своевременной профилактики и коррекции. Анализ данных показал, что исследований психологического здоровья работников, занятых во вредных и/или опасных условиях труда, в том числе шахтеров, относительно немного, в основном они касаются клинических проблем и требуют незамедлительного пристального изучения.

**Ключевые слова:** эмоциональное выгорание; профессиональное выгорание; «помогающие» профессии; работники угледобывающей промышленности; обзор

**Vlakh N.I., Stoyanova I.Ya., Danilov I.P., Pestereva D.V.**

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia,  
National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

### CURRENT APPROACHES TO THE STUDY OF EMOTIONAL BURNOUT IN THE CONTEXT OF ITS MANIFESTATION IN REPRESENTATIVES OF VARIOUS PROFESSIONAL GROUPS (LITERATURE REVIEW)

At present, in the conditions of high technical requirements and an ever-increasing flow of information, informatization and intensity of work, competition and the need to build interpersonal relationships in the workplace, the problem of professional emotional burnout remains relevant. Psychological manifestations of emotional burnout include emotional exhaustion, excessive anxiety, and personality disintegration. These disorders are most often observed in workers in the service sector or medicine in response to a constantly high intensity of social contacts, which ultimately leads to the risks of psychological and physiological disorders.

For this reason, emotional burnout has been studied mainly among workers in «helping» professions: teachers, doctors, medical and social workers, and psychologists. The study of this phenomenon among workers in other fields of professional activity is extremely

insufficient, especially among workers in industrial and resource-producing industries. For example, it seems significant to study the emotional burnout of workers in the main professions of the coal industry – the leading one in Kuzbass, that occupies a leading position in the country in terms of the number of people working in harmful and (or) hazardous working conditions – 374.6 thousand people, 13% of whom are engaged in mining and petroleum production. The share of workers with harmful and (or) hazardous working conditions from the total number of employed workers in the main types of economic activity in the region is 67.5%.

The search and selection of sources to identify the main directions of studying the features of emotional burnout in representatives of various professions, including workers in the coal mining industry, were carried out using bibliographic databases, such as Scopus, MedLine, Web of Science, PubMed, The Cochrane Library, RISC, CyberLeninka. The research results presented in the review by domestic and foreign authors indicate a variety of approaches to the study of this phenomenon. Scientists agree on the need to identify early signs of emotional burnout, monitor psycho-emotional state, and determine the risk groups among workers of various professional cohorts for timely prevention and correction. Data analysis showed that there are relatively few studies on the psychological health of workers engaged in harmful and/or hazardous working conditions, including miners; they mainly concern clinical issues and require immediate, close study.

**Key words:** emotional burnout; professional burnout; «helping» professions; workers of coal mining industry; review

По мнению многих исследователей, высокая степень эмоциональной напряженности в деятельности может способствовать формированию и дальнейшему развитию синдрома эмоционального выгорания [1-4]. Данный синдром был открыт и описан в начале 1950-х годов. Довольно долго исследователи считали, что это заболевание вызывает неизвестная форма вируса. В 1970-х годах медики обратили внимание на то, что новый «вирус» поражает по большей части специалистов «помогающих» профессий, деятельность которых связана с обслуживанием людей. Впоследствии ученые установили прямую связь между стрессом на работе, общением с большим числом людей, профессиональной перегрузкой и увеличением количества больных и возникающим заболеванием. Болезнь получила название «синдром хронической усталости».

Данная проблема превратилась в предмет научных исследований после того, как была описана американским психиатром Н. Freudenberger, который и ввел впервые термин «выгорание» (англ. *burnout*) в научный оборот в 1974 году. Он наблюдал за группой людей, которые с большим воодушевлением и отдачей работали в общественных организациях. По прошествии нескольких месяцев такой добровольной работы многие волонтеры стали циничными и раздражительными. Налицо было душевное истощение. Freudenberger Н. назвал начальный профессиональный энтузиазм «эмоциональное горение», а состояние душевной усталости получило контрастное название – «эмоциональное выгорание» (ЭВ) [5-7]. В дальнейшем выгорание исследовали А.М. Pines, К. Maslach и др. [8, 9]. Определение этому состоянию дала социальный психолог К. Maslach в 1976 году – это синдром эмоционального и физического истощения, включающий развитие отрицательной самооценки, негативного отношения к работе, утрату сочувствия и понимания к пациентам или клиентам [9].

#### АНАЛИЗ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К ПРОБЛЕМЕ

Существующие теоретические и эмпирические исследования феномена эмоционального выгорания широко представлены в отечественной и зарубежной психологии [10-17]. Большое количество работ посвящено причинам возникновения эмоционально-

го выгорания, особенно значимыми из которых являются исследования связи эмоционального выгорания с профессиональной деятельностью, связанной с ответственностью за жизнь, здоровье и судьбу других людей. Это «помогающие» профессии (педагоги, врачи, медицинские и социальные работники, психологи) – группа профессий, центральной задачей которых является оказание поддержки и помощи другим людям в различных аспектах их жизни, особенно в моменты нужды и кризиса. Это может включать физическую, психологическую, социальную или духовную поддержку, в зависимости от конкретной профессии и контекста. Общие характеристики группы: способность понимать чувства другого человека и делиться своими чувствами с ним, оказывая ему поддержку; умение слушать и выражать свои мысли таким образом, чтобы оказать максимальную помощь; соблюдение профессиональной этики, конфиденциальности и уважение к клиенту; уважение к различиям, индивидуальным особенностям и потребностям каждого человека [18-23]. Проблема не потеряла актуальности, а потому требует все новых подходов к ее изучению, которые разрабатывают такие авторы, как В.В. Бойко, В.Е. Орел, Н.И. Влах, А. Фу, Т. Чжао, рассматривая синдром эмоционального выгорания в качестве состояния переутомления, встречающегося у людей любых профессий [24-27]. Эти исследования объединяет общий организационный подход, который заключается в выделении ряда факторов, способствующих эмоциональному выгоранию:

- высокая рабочая нагрузка;
- недостаточное вознаграждение за проделанную работу;
- недостаток или полное отсутствие социальной поддержки со стороны руководителя и сотрудников;
- осуществление трудовой деятельности при постоянном риске штрафных санкций;
- высокий уровень неопределенности при оценке выполняемой трудовой деятельности;
- невозможность оказывать влияние на принятие решений;
- бесперспективная, монотонная и однообразная деятельность;
- неоднозначные или двусмысленные требования к выполняемой работе;

- необходимость внешне проявлять эмоции, которые не соответствуют действительности;
- отсутствие интересов вне работы;
- отсутствие отпусков, выходных дней.

В последние несколько лет эмоциональное выгорание все чаще выявляется у работников, деятельность которых не подразумевает постоянного контакта с людьми (например, у программистов, шахтеров, металлургов).

Одним из подходов изучения эмоционального выгорания на клиническом уровне является оценка взаимосвязи с некоторыми заболеваниями. В настоящее время обнаружено, что эмоциональное выгорание является предиктором многих соматических заболеваний: гиперхолестеринемии, диабета II типа, сердечно-сосудистых заболеваний (ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии), сексуальной дисфункции, нарушений опорно-двигательного аппарата, головных болей и проблем с желудочно-кишечным трактом. У людей с эмоциональным выгоранием также наблюдается снижение энергетического потенциала, что проявляется в быстром утомлении, бессоннице, головокружении, тошноте, апатии и др.

Одним из направлений изучения ЭВ является его рассмотрение как в профессиональном, так и в личностном аспекте. Продолжительное (в течение нескольких лет) выполнение любой профессиональной деятельности способствует тому, что личность человека может деформироваться. В современных исследованиях существуют различные подходы и интерпретации: в психологических трудах личностная деформация рассматривается, как правило, в профессиональном контексте как изменение личностных качеств (способов поведения и общения, характера, ценностных ориентаций, стереотипов восприятия), происходящее под воздействием профессиональной деятельности. Основываясь на обобщении исследований нарушения профессионального личностного развития, А.К. Маркова относит «личностную деформацию (например, эмоциональное истощение и выгорание, а также ущербную профессиональную позицию) к одной из профессиональных тенденций» [1, 2].

Вместе с тем, имеет место несколько иная точка зрения. Так, например, Трунов Д.О. разграничивает понятие «профессиональная деформация» от термина «синдром сгорания» [28]. Профессиональная личностная деформация может отличаться своей направленностью — обладать отрицательным или положительным характером. Она также может обладать глобальным, поверхностным, устойчивым или эпизодическим характером. И одно, и другое состояние тесно связаны с трудовой деятельностью. Отличие только в том, что о «синдроме сгорания» принято говорить в контексте профессиональной деятельности, а личностно-профессиональная деформация относится по большей части к жизни вне работы. Чтобы представить разницу между вышеуказанными феноменами, можно использовать условную оппозицию «Человек — Профессионал». «Я как

профессионал» — представляет собой часть личности индивида, ответственную за выполнение профессиональных обязанностей и максимально проявляется в сфере профессиональной деятельности. «Я как человек» — является более центральной («своей») частью личности, включающей в себя определенные обыденные представления о себе, о жизни и мире. Эта часть личности включает в себя все жизненные принципы и установки, проявляясь в основном в «личной жизни». Используя эти определения, можем представить синдром эмоционального выгорания как утрату контролирующей роли «Я профессионал» и внедрение «Я человек» в сферу профессиональной компетенции. Специалист «по-человечески» устает на работе, начиная испытывать раздражение в адрес своих клиентов (пациентов). Профессиональная деформация, наоборот, может быть представлена как расширение господства «Я профессионал» и внедрение его в сферу деятельности «Я человек». Возвращаясь домой с работы, человек продолжает ощущать и вести себя как специалист.

Несмотря на существование определенного сходства между явлениями профессиональной деформации, профессиональным стрессом и эмоциональным выгоранием, последнее является относительно самостоятельным явлением. До некоторых пор не существовало общепринятого взгляда на сущность и структуру эмоционального выгорания, а также на факторы, которые способствуют его появлению. Но даже при наличии определенных разногласий исследователи едины в операциональном определении эмоционального выгорания. Сегодня в качестве общепринятого и наиболее распространенного выступает определение выгорания, которое дали исследователи С. Maslach и S.E. Jackson: «Эмоциональное выгорание — это синдром эмоционального истощения, деперсонализации и снижения личностных достижений, который может возникать среди работников, занимающихся разными видами помогающих профессий» [16].

Хотя проблема синдрома эмоционального выгорания изначально ставилась в рамках психологии и медицины, споры о том, нормальная это реакция или болезнь, вызванная необходимостью постоянного общения и взаимодействия с людьми, которых ты не выбираешь, не прекращаются. Сегодня синдром эмоционального выгорания обладает диагностическим статусом (МКБ-10: Z73 «Проблемы, связанные с трудностями управления своей жизнью») и является истинным классическим синдромом с преневротическими и невротическими характеристиками в зависимости от стадии выгорания.

Одним из подходов изучения ЭВ является использование некоторыми исследователями различных существующих моделей. К примеру, с психодинамикой беспомощности [29] или теорией общего стресса [30] у представителей «помогающих» профессий; с моделью компетентности и самоэффективности [29]; с компульсивным оказанием помощи при наличии «синдрома хелперских профессий». Другие

исследователи возражали против введения в оборот понятия «эмоциональное выгорание», поскольку, с позиции определения стрессового процесса (то есть этапов истощения, резистентности и тревоги), выгорание приравнивается к третьему этапу, которому предшествует неконтролируемый и стойкий уровень возбуждения.

На протяжении долгого времени проблемы, которые выступают в качестве следствия синдрома, признавали, но с некоторой долей осторожности. При этом термин «выгорание» не был определен и дифференцирован от иных понятий и терминов, например, от хандры, депрессии, посттравматического стресса, профессионального стресса, переутомления, усталости и эмоционального напряжения [29, 30]. Согласно данным последних исследований, выгорание имеет эмпирические и концептуальные отличия от иных явлений. Оно имеет свои источники, причины, закономерности и механизмы возникновения и развития, методы лечения, профилактики и условия протекания.

Традиционный подход к изучению ЭВ базируется на разноуровневом понимании комплекса симптомов личности индивида: социально-психологический уровень отражает изменение межличностных взаимоотношений; личностный уровень — изменение черт личности; мотивационный уровень — содержательное и качественное изменение мотивации человека; регулятивно-ситуационный уровень отражает изменение эмоционального отношения и состояний индивида.

Как показал анализ литературных источников, в отечественной и зарубежной литературе широко освещены вопросы эмоционального выгорания у представителей «помогающих» профессий. Изучение данного феномена у работников других сфер профессиональной деятельности крайне недостаточно, особенно среди работников промышленных и ресурсодобывающих отраслей. Так, например, представляется значимым изучение эмоционального выгорания у работников основных профессий угольной промышленности — ведущей отрасли в Кузбассе, который занимает лидирующее место в стране по числу работающих во вредных и/или опасных условиях труда — 374,6 тыс. человек, 13% из которых занято добычей полезных ископаемых. Удельный вес работников с вредными и/или опасными условиями труда от общей численности занятых работников по основным видам экономической деятельности в регионе составляет 67,5% [Кемеровостат, 2023].

В немногочисленных исследованиях эмоционального выгорания у шахтеров отмечается, что работающие во вредных, тяжелых и опасных условиях труда также подвержены развитию эмоционального выгорания [29, 30]. Результаты исследований показали, что у работников основных профессий угольной промышленности выявлена высокая частота синдрома эмоционального выгорания. Среди шахтеров отмечается преобладание лиц с наличием признаков субдепрессии, негативной аффективности и социального подавления с признаками фазы напря-

жения эмоционального выгорания. Представляется важным отметить, что исследования в области эмоционального выгорания часто игнорировали проблемы психологического здоровья шахтеров, а также проблемы безопасности их рабочей среды. Опосредующий эффект эмоционального выгорания при профессиональном стрессе и психологических симптомах среди шахтеров по-прежнему остается невыясненным.

Недостаточное внимание к данной проблематике приводит к увеличению риска развития серьезных психологических проблем и нарушениям здоровья у работников угольно-добывающей промышленности, так как профессия шахтера характеризуется высоким уровнем опасности и травматичности, выраженной стрессогенностью, повышенным риском, неопределенностью ситуации, высоким уровнем ответственности. Все это предопределяет развитие высоких требований к профессионально важным качествам шахтеров, а также служит значимым фактором развития синдрома эмоционального выгорания.

Анализ данных показал, что исследований психологического здоровья работников, занятых во вредных и/или опасных условиях труда, в том числе шахтеров, относительно немного, в основном они касаются клинических проблем и требуют незамедлительного пристального изучения как одного из важнейших направлений в области изучения ЭВ, имеющего высочайшее медико-социальное значение.

Сегодня существует ряд подходов к изучению синдрома эмоционального выгорания, которые базируются на определенных моделях.

В социогенетической модели эмоциональное выгорание рассматривается как дистресс, возникший в связи с испытываемыми перегрузками, обусловливаемыми особенностями профессиональных задач и прямого воздействия социальной среды.

С позиции бихевиоральной модели эмоционального выгорания, связанной со здоровьем, биологические процессы находятся в фундаментальных отношениях со средовыми условиями и поведенческой активностью человека.

В рамках когнитивно-бихевиоральной модели поведение, связанное со здоровьем, рассматривается как совокупности паттернов жизненного стиля, происходящих от сознательных решений индивида, которые он может контролировать [31]. Согласно канонам психоаналитической парадигмы, эмоциональное выгорание как фактор риска психического здоровья может рассматриваться (психоаналитики специально не занимались синдромом эмоционального выгорания) как рассогласованность гармоничного функционирования. В рамках теоретических постулатов социального конструктивизма, эмоциональное выгорание как фактор риска нарушения психического здоровья ставится в ряд с другими факторами риска. Данные факторы рассматриваются не как «натуральные», естественные феномены (то есть состояния организма и психики), но как сложные социальные конструкты или артефакты, обусловленные современными культурными дискур-

сами, концепциями, картинами мира, а также социальными институтами и технологиями.

В русле гуманистической парадигмы наметились взгляды на необходимость выделения «личностного» и «духовного» как особого измерения. В рамках данного подхода говорится о необходимости учитывать, наряду с внешней реальностью и ее требованиями, также и реальность внутреннюю, субъективную, обусловленную существованием внутреннего мира личности, мира ее «Я». В этой связи используемое в медицинской и психологической модели понятие адаптации не может быть таковым на уровне личностно-смысловом, необходимо говорить об адаптации особого рода как умении соответствовать не только миру явлений, вещей, предметов, правил, но и собственному субъективному миру [24].

В экзистенциально-гуманистической модели в психологии эмоциональное выгорание, в связи с позитивным подходом к определению психического здоровья, приводит к определению таких его критериев, которые характеризуют его в большей степени как процесс, нежели состояние, и где в центр внимания попадают такие понятия, как «самореализация», «самоактуализация», «аутентичность», «идентичность», «полноценное человеческое функционирование» [32].

Представителями интерперсонального подхода традиционная причина эмоционального выгорания усматривается в асимметрии взаимоотношений между клиентами и работниками, что подчеркивает особую важность межличностных отношений в появлении синдрома выгорания. Наиболее популярным индивидуальным подходом является экзистенциальный подход, основным представителем которого является А. Pines [33]. С точки зрения экзистенциального подхода, эмоциональное выгорание понимается как затяжное состояние истощения, возникающее в профессиональной деятельности, которое человек не осознает и не проживает.

В рамках организационного подхода основное внимание фиксируется на факторах рабочей среды как на ключевых источниках риска проявлений эмоционального выгорания. К числу таких факторов относятся: несамостоятельность в работе, однообразие контактов с клиентами, значительные объемы работы и др.

На основании результатов проведенного теоретического обзора, можно выделить линии, существующие в изучении рассматриваемого феномена. Первая линия включает в себя обобщенные исследования, которые рассматривают синдром эмоционального выгорания в качестве целостного явления, сочетания симптомов нарушения в социальной, соматической и психической сферах жизни. Эти представления являются релевантными медицинской психологии. Вторая линия — общепсихологический подход, с конкретным выявлением взаимосвязей исследуемого процесса с иными психологическими явлениями и феноменами. В зависимости от теоретической модели, лежащей в основе того или иного

направления психологии, многомерность феномена эмоционального выгорания рассматривается в многочисленных аспектах его проявления.

В самом общем понимании, эмоциональное выгорание — это комплекс симптомов, включающих как психологические, так и физиологические составляющие, такие как реакция на психотравмирующую, чаще профессиональную, ситуацию. Оно представляет собой приобретенный стереотип поведения, который проявляется в уменьшении эмоционального реагирования как в личной, так и профессиональной жизни. Эмоциональное выгорание можно расценивать как регрессивную стадию профессионального личностного развития, когда профессиональное развитие может обладать и нисходящим характером. Негативное влияние профессии на личность человека может носить полный или частичный характер. В случае частичного регресса профессионального развития затрагивается только один из его компонентов. Полный регресс характеризуется тем, что неблагоприятные процессы затронули и начали разрушать отдельные структуры психологической системы человека, что способно привести к снижению эффективности профессиональной деятельности и требует комплексной коррекции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение проблемы эмоционального выгорания является крайне важным, так как оно выступает не только как самостоятельный синдром, но и как предтеча серьезных нарушений психологического, психического и профессионального здоровья. Своевременная диагностика эмоционального выгорания является профилактикой этих нарушений и, как следствие, способом сохранения трудового потенциала и профессионального здоровья представителей различных профессиональных групп. Использование различных подходов изучения расширяет понимание причин, факторов риска, проявлений и фаз течения эмоционального выгорания и позволяет создавать профессионально-ориентированные системы профилактики и коррекции, тем самым сохраняя здоровье каждого отдельного работника и трудовой потенциал страны в целом. Особенно это важно для работников, занятых во вредных и/или опасных условиях труда, к вопросу изучения эмоционального выгорания которых стали обращаться сравнительно недавно. Все это делает изучение эмоционального выгорания у представителей данной профессиональной группы крайне важным, имеющим высочайшее медико-социальное значение.

### Информация о финансировании и конфликте интересов:

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Markova AK. Psychology of professionalism. Moscow: Znanie, 1996. 312 p. Russian (Маркова А.К. Психология профессионализма. М.: Знание, 1996. 312 с.)
2. Markova AK. Psychology of a teacher's work. Moscow: Prosveshchenie, 1993. 193 p. Russian (Маркова А.К. Психология труда учителя. М.: Просвещение, 1993. 193 с.)
3. Kuz'mina NV. Professionalism of the activities of a teacher and a master of industrial training in a vocational school. Moscow: Vysshaya shkola, 1989. 167 p. (Кузьмина Н.В. Профессионализм деятельности преподавателя и мастера производственного обучения профтехучилища. М.: Высшая школа, 1989. 167 с.)
4. Shcherbakov AI. Problems of improving the system of psychological and pedagogical teacher training. Leningrad: LGPI, 1980. 196 p. Russian (Щербаков А.И. Проблемы совершенствования системы психолого-педагогической подготовки учителя. Л.: ЛГПИ, 1980. 196 с.)
5. Freudenberger HJ. The problem of diagnosing burnout. New York, 1974.
6. Freudenberger HJ, North G. Women's burnout: How to Spot It, how to Reverse It and How to Prevent It. New York: Penguin Books, 1986. 244 p.
7. Freudenberger H. Staff burn-out. *Journal of Social Issues*. 1974; 30(1): 159-165.
8. Burisch M. Das Burnout-Syndrom: Theorie der inneren Erschöpfung. Berlin, 1989.
9. Maslach C, Leiter MP. Understanding the burnout experience: recent research and its implications for psychiatry. *World Psychiatry*. 2016; 15(2): 103-111. doi: 10.1002/wps.20311
10. Orel VE. Investigation of the accusatory attitude as a phenomenon of professional deformation. In: Psychology and practice. Yearbook of the Russian Psychological Society. Vol. 4, Issue 1. Yaroslavl, 1998. p. 276-277. Russian (Орел В.Е. Исследование обвинительной установки как феномена профессиональной деформации // Психология и практика. Ежегодник Российского психологического общества. Т. 4, Вып. 1. Ярославль, 1998. С. 276-277.)
11. Orel VE. The study of the phenomenon of mental burnout in domestic and foreign psychology. In: Problems of general and organizational. Karpov AV, editor. Yaroslavl, 1999. p. 76-97. Russian (Орел В.Е. Исследование феномена психического выгорания в отечественной и зарубежной психологии // Проблемы общей и организационной психологии / под ред. Карпова А.В. Ярославль, 1999. С. 76-97.)
12. Orel VE. The phenomenon of «burnout» in foreign psychology: empirical research and prospects. *Psikhologicheskij zhurnal*. 2001; 22(1): 90-101. Russian (Орел В.Е. Феномен «выгорания» в зарубежной психологии: эмпирические исследования и перспективы // Психологический журнал. 2001. Т. 22, № 1. С. 90-101.)
13. Orel VE, Rukavishnikov AA. The phenomenon of “burnout” as a manifestation of the impact of professional activity on a person. In: Psychology of the subject of professional activity. Brushlinskiy AV, Karpov AV, editors. Moscow, Yaroslavl: DIA-press, 2001. P. 72-81. Russian (Орел В.Е., Руквишников А.А. Феномен «выгорания» как проявление воздействия профессиональной деятельности на личность // Психология субъекта профессиональной деятельности / под ред. Брушлинского А.В., Карпова А.В. М., Ярославль: ДИА-пресс, 2001. С. 72-81.)
14. Karpov AV. Emotional burnout: causes, prevention, overcoming. St. Petersburg: Piter, 2018. Russian (Карпов А.В. Эмоциональное выгорание: причины, профилактика, преодоление. СПб.: Питер, 2018.)
15. Leiter MP, Maslach C. Banishing Burnout: Six Strategies for Improving Your Relationship with Work. San Francisco: Jossey-Bass, 2005. 208 p.
16. Maslach C, Leiter MP. The Truth about Burnout: How organizations cause personal stress and what to do about it. San Francisco: Jossey-Bass, 2000. 200 p.
17. Maslach C, Schaufeli WB, Leiter MP. Job burnout. *Annual Review of Psychology*. 2001; 52(1): 397-422. doi: 10.1146/annurev.psych.52.1.397
18. Bodrov VA. Psychological stress: development and overcoming. Moscow: Per Se, 2006. 523 p. Russian (Бодров В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление. М.: Пер Сэ, 2006. 523 с.)
19. Kitaev-Smyk LA. The body and stress: the stress of life and the stress of death. Moscow: Smysl, 2019. 464 p. Russian (Китаев-Смык Л.А. Организм и стресс: стресс жизни и стресс смерти. М.: Смысл, 2019. 464 с.)
20. Semenova NV, Vyaltin AS, Avdeev DB, Kuz'yukova AV, Martynova TS. Emotional burnout among health care workers. *Modern problems of science and education*. 2017; 2: 37. Russian (Семенова Н.В., Вяльцин А.С., Авдеев Д.Б., Кузюкова А.В., Мартынова Т.С. Эмоциональное выгорание у медицинских работников // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. С. 37.)
21. Sharabarina NA, Boronina GN. Emotional burnout of teachers: causes and results of the study. *Novaya nauka: ot idei k rezul'tatu*. 2016; 11(4): 136-139. Russian (Шарабарина Х.А., Боронина Г.Н. Эмоциональное выгорание педагогов: причины и результаты исследования // Новая наука: от идеи к результату. 2016. Т. 11, № 4. С. 136-139.)
22. Войко ВВ. The syndrome of «emotional burnout» in professional communication. St. Petersburg: Piter, 2005. Russian (Бойко В.В. Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении. СПб.: Питер, 2005.)
23. Vlach NI. Emotional burnout among representatives of «assist» professions. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Psikhologiya*. 2015; 8(1): 96-103. Russian (Влах Н.И. Эмоциональное выгорание у представителей «помогающих» профессий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Психология. 2015. Т. 8, № 1. С. 96-103.)
24. Orel VE. *Mental burnout syndrome*. Moscow: Institut psikhologii RAN, 2005. 330 p. Russian (Орел В.Е. Синдром психического выгорания личности. М.: Институт психологии РАН, 2005. 330 с.)

25. Fu A, Zhao T, Gao X, Li X, Liu X, Liu J. Association of psychological symptoms with job burnout and occupational stress among coal miners in Xinjiang, China: A cross-sectional study. *Front Public Health*. 2022; 10: 1049822. doi: 10.3389/fpubh.2022.1049822
26. Trunov DG. «Combustion syndrome»: A positive approach to the problem. *Zhurnal prakticheskogo psikhologa*. 1998; 8: 84-89. Russian (Трунов Д.Г. «Синдром сгорания»: Позитивный подход к проблеме //Журнал практического психолога. 1998. № 8. С. 84-89.)
27. Bandura A. Regulation of cognitive processes through perceived self-efficacy. *Developmental Psychology*. 1989; 25(5): 729-735. doi: 10.1037/0012-1649.25.5.729
28. Selye J. Stress without distress. *Zhurnal nevrologii im. В.М. Ман'ковського*. 2016; 4(1): 78-89. Russian (Селье Г.Н. Стресс без дистресса //Журнал Неврологии им. В.М. Маньковского. 2016. Т. 4, № 1. С. 78-89.)
29. Vlach NI, Danilov IP, Gugushvili MA, Paneva NYa, Logunova TD. Emotional burnout syndrome and mental health indices in the coal industry workers. *Hygiene and Sanitation*. 2022; 101(7): 754-758. Russian (Влах Н.И., Данилов И.П., Гугушвили М.А., Панева Н.Я., Логунова Т.Д. Синдром эмоционального выгорания и показатели психического здоровья работников угольной промышленности //Гигиена и санитария. 2022. Т. 101, № 7. С. 754-758.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-7-754-758
30. Danilov IP, Vlach NI, Gugushvili MA, Paneva NYa, Logunova TD. The influence of negative affectivity, social suppression and anxiety on motivation for health and a healthy lifestyle among coal industry workers. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2020; 60(6): 354-358. Russian (Данилов И.П., Влах Н.И., Гугушвили М.А., Панева Н.Я., Логунова Т.Д. Влияние негативной аффективности, социального подавления и тревожности на мотивацию на здоровье и здоровый образ жизни у работников угольной промышленности //Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60, № 6. С. 354-358.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-6-354-358
31. Ishmukhametov RR. Problems of personal self-realization. Moscow: URSS, 2010. 100 p. Russian (Ишмухаметов Р.Р. Проблемы самореализации личности. М.: URSS, 2010. 100 с.)
32. Nagoski E, Nagoski A. *Burnout: The Secret to Unlocking the Stress Cycle*. New York: Ballantine Books, 2019. 304 p.
33. Pines AM. Teacher Burnout: A psychodynamic existential perspective. *Teachers and Teaching*. 2002; 8(2): 121-140. doi: 10.1080/13540600220127331

**Сведения об авторах:**

ВЛАХ Надежда Ивановна, доктор психол. наук, канд. мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории охраны здоровья работающего населения, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: nadezda-vlakh11@yandex.ru

СТОЯНОВА Ирина Яковлевна, доктор психол. наук, профессор, профессор кафедры психотерапии и психологического консультирования, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Россия. E-mail: ithka1948@mail.ru

ДАНИЛОВ Игорь Петрович, канд. мед. наук, зав. лабораторией охраны здоровья работающего населения, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: doktordanilov@mail.ru

ПЕСТЕРЕВА Дина Викторовна, ст. науч. сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: h223@inbox.ru

**Information about authors:**

VLAKH Nadezhda Ivanovna, doctor of psychological sciences, candidate of medical sciences, chief researcher of the laboratory for the health protection of the working population, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: nadezda-vlakh11@yandex.ru

STOYANOVA Irina Yakovlevna, doctor of psychological sciences, professor, professor of the psychotherapy and psychological counseling sub-department, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia. E-mail: ithka1948@mail.ru

DANILOV Igor Petrovich, candidate of medical sciences, head of the laboratory for the health protection of the working population, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: doktordanilov@mail.ru

PESTEREVA Dina Viktorovna, senior researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: h223@inbox.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ВЛАХ Надежда Ивановна, 654041, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23, ФГБНУ НИИ КППГЗ  
Тел: 8 (3843) 79-69-79 E-mail: nadezda-vlakh11@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 19.10.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-21-31 EDN: DNRSUX

**Информация для цитирования:**

Созуракова Е.А., Чашин А.П., Мозес В.Г., Елгина С.И., Рудаева Е.В., Мозес К.Б., Черных Н.С. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО КЕРАТИТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 21-31.

**Созуракова Е.А., Чашин А.П., Мозес В.Г., Елгина С.И., Рудаева Е.В., Мозес К.Б., Черных Н.С.**

Кемеровский государственный университет,  
Кузбасская областная клиническая больница им. С.В. Беляева,  
Кемеровский государственный медицинский университет,  
г. Кемерово, Россия



## СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО КЕРАТИТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**Цель исследования** – систематизировать литературные данные о принципах и подходах к лечению нейротрофического кератита.

**Материалы и методы.** При составлении литературного обзора проведена оценка информационных баз PubMed, E-library. Слова для поиска литературных источников: «нейротрофический кератит», «трофическая язва роговицы», «нейротрофическая кератопатия».

**Результаты исследования.** По результатам проведенного поиска электронных информационных баз обнаружены 809 источников: в PubMed – 777, в e-library – 32. Из анализа исключены 758 источников: отсутствие полного бесплатного доступа к тексту публикации – 390, отсутствие полной версии публикации – 120, несоответствие заголовку – 248. Критериям поиска соответствовали 51 публикация.

Нейротрофический кератит (НТК) является дегенеративным заболеванием роговицы, которое сопровождается воспалением нейрогенного характера. Основной причиной заболевания служит расстройство чувствительной иннервации, которое обеспечивается тройничным нервом на любом участке его пути. Традиционная терапия, включающая антисептики, слезозаменители и корнеопротекторы, направленная преимущественно на стимуляцию регенеративных процессов в роговице и профилактику дальнейшего прогрессирования патологии, не устраняет ее причину и часто оказывается недостаточно эффективной. Современная стратегия ведения пациентов с НТК требует комплексного подхода, основанного на стадии и тяжести заболевания. Систематизация актуальных методов выявила значительный прогресс в терапии: консервативное лечение все шире включает биологические препараты (аутосоротку крови, факторы роста), рекомбинантные нейротрофические факторы и больший спектр традиционных препаратов (слезозаменители и репаранты), в то время как арсенал хирургических методов пополнился эффективными вмешательствами, такими как различные виды кератопластик, невротизация роговицы, пересадка лимбальных клеток.

**Заключение.** Применение новейших методик существенно расширило возможности лечения пациентов с тяжелыми формами НТК.

**Ключевые слова:** нейротрофический кератит; язва роговицы; рекомбинантный фактор роста нервов; инсулин; аутологичная соротка; невротизация роговицы; трансплантация лимбальных стволовых клеток

**Sozurakova E.A., Chashchin A.P., Moses V.G., Elgina S.I., Rudaeva E.V., Moses K.B., Chernykh N.S.**

Kemerovo State University,  
Kuzbass Regional Clinical Hospital S.V. Belyaev,  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

### MODERN PRINCIPLES OF TREATMENT OF NEUROTROPHIC KERATITIS: REVIEW LITERATURE

**The aim** of the study is to systematize the literature data on the principles and approaches to the treatment of neurotrophic keratitis.

**Materials and methods.** When compiling the literature review, an assessment of the information databases PubMed, E-library was carried out. Search words for literature sources: "neurotrophic keratitis", "trophic corneal ulcer", "neurotrophic keratopathy".

**Research results.** According to the results of the search of electronic information databases, 809 sources were found: 777 in PubMed, and 32 in e-library. 758 sources were excluded from the analysis: 390 due to the lack of full free access to the publication text, 120 due to the lack of a full version of the publication, and 248 due to the mismatch between the title and the publication. 51 publications met the search criteria.

Neurotrophic keratitis (NK) is a degenerative disease of the cornea that is accompanied by neurogenic inflammation. The main cause of the disease is a disorder of sensory innervation, which is provided by the trigeminal nerve at any point along its course. Traditional therapy, which includes antiseptics, tear substitutes, and corneoprotectors, is primarily aimed at stimulating regenerative processes in the cornea and preventing further progression of the disease, but it does not address the underlying cause and is often insufficiently effective.

The current management strategy for patients with NTC requires a comprehensive approach based on the stage and severity of the disease. Systematization of current methods has revealed significant progress in therapy: conservative treatment increasingly includes biological drugs (autologous blood serum, growth factors), recombinant neurotrophic factors, and a wider range of traditional drugs (tear substitutes and reparants), while the arsenal of surgical methods has been expanded with effective interventions such as various types of keratoplasties, corneal neurotization, and corneal transplants. transplantation of limbal cells.

**Conclusion.** The use of the latest techniques has significantly expanded the possibilities of treating patients with severe forms of NTC.

**Key words:** neurotrophic keratitis; corneal ulcer; recombinant nerve growth factor; insulin; autologous serum; corneal neurotization; limbal stem cell transplantation

**Н**ейротрофический кератит (НТК) – это дегенеративное заболевание роговицы, вызванное нарушением ее сенсорной иннервации. Заболевание характеризуется снижением или полным отсутствием чувствительности роговицы, что приводит к нарушению ее трофики, разрушению эпителия, снижению регенеративной способности и, в конечном итоге, к развитию трофической язвы, расплавлению и перфорации роговицы [1].

Этиопатогенетической основой развития нейротрофического кератита является нарушение иннервации роговицы, связанное с повреждением волокон тройничного нерва на любом его участке – от центральных ядер до периферических окончаний, иннервирующих роговицу. Эти повреждения могут быть обусловлены как офтальмологическими, так и хроническими системными заболеваниями. Среди наиболее распространенных причин выделяют инфекционные кератиты, вызванные вирусами герпеса (простого и опоясывающего), хирургические операции на роговице (кераторефракционная хирургия и трансплантация роговицы), сахарный диабет, длительное использование контактных линз, хронический синдром «сухого глаза», а также патологию нервной системы, внутричерепные и орбитальные новообразования, инсульт [2-5].

Иннервация роговицы играет ключевую роль в поддержании нормального состояния глазной поверхности, участвуя в инициации защитных рефлексов при ее повреждении и обеспечении трофической поддержки составляющих ее тканей [6, 7].

Между нервными волокнами и эпителиальными клетками роговицы существует взаимозависимость, основанная на обмене биологически активными веществами. Роговичные нервы вырабатывают ряд эпителиотропных нейромедиаторов, таких как вещество Р, ацетилхолин и норадреналин, способствующие поддержанию гомеостаза и регенерации корнеального эпителия, стимулируя клеточную пролиферацию, миграцию, адгезию и дифференцировку. В свою очередь, эпителиальные клетки продуцируют нейротрофические факторы, включая фактор роста нервов (ФРН/NGF), глиальный нейротрофический фактор (ГНФ/GDNF), эпидермальный фактор роста (ЭФР/EGF) и нейротрофический фактор головного мозга (НФГМ/BDNF), которые поддерживают рост, выживание и восстановление нервных волокон [6, 8, 9].

Функционирование защитных рефлексов роговицы (двигательного (моргание) и автономного (слезопродукция)) происходит в ответ на раздражающие факторы (химические, термические или меха-

нические) и напрямую зависит от ее чувствительной иннервации, снижение которой нарушает описанные рефлексы, ухудшая выработку и стабильность слезной пленки [8, 10]. Снижение секреции слезы в комбинации с ухудшением функциональной активности эпителиальных клеток приводит к дефициту нейротрофических факторов глазной поверхности, в частности ФРН. Этот процесс инициирует повреждение эпителия и замедление процессов заживления роговицы [8, 9, 11, 12]. Параллельно, недостаточная слезопродукция нарушает процесс обновления слезной пленки, способствуя накоплению токсинов и провоспалительных цитокинов. Такая среда создает условия, благоприятные для формирования трофической язвы роговицы [1].

Все вышеописанные механизмы приводят к замедлению процессов заживления, возникновению точечных эпителиопатий (I стадия), персистирующих дефектов эпителиального слоя (II стадия) и формированию язвы роговицы (III стадия) [13].

Наиболее важными аспектами лечения нейротрофического кератита становится стимуляция регенерации роговичного эпителия, активация клеточных репаративных процессов, профилактика прогрессирования до более развитых стадий НТК.

**Цель исследования** – систематизировать литературные данные о принципах и подходах к лечению нейротрофического кератита.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При составлении литературного обзора проведена оценка информационных баз PubMed, e-library. Слова для поиска литературных источников: «нейротрофический кератит», «трофическая язва роговицы», «нейротрофическая кератопатия».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного поиска электронных информационных баз обнаружены 809 источников: в PubMed – 777, в e-library – 32. Из анализа исключены 758 источников: отсутствие полного бесплатного доступа к тексту публикации – 390, отсутствие полной версии публикации – 120, несоответствие заголовку – 248. Критериям поиска соответствовали 51 публикация.

### Принципы консервативного лечения

Терапия больным с НТК должна быть назначена незамедлительно после постановки диагноза. Выбор метода лечения всегда основывается на ста-

дии развития НТК и степени тяжести процесса. Даже на ранних стадиях лечение трофических язв является сложной задачей. Это обусловлено слабым ответом денервированной роговицы на проводимую терапию, а также трудностью в определении этиологического фактора развития кератита.

Ключевая цель лечения трофических язв — восстановление и повышение корнеальной чувствительности.

На I стадии НТК главной задачей терапии является поддержание целостности эпителия роговицы. Следует прекратить прием всех препаратов для местного и системного применения, которые являются токсичными для передней оболочки глазного яблока. Кроме того, следует обратить внимание на любые нарушения положения век (например, лагофтальм) и устранить их.

Базисная терапия, направленная на улучшение состояния глазной поверхности и ее увлажнение, основана на применении препаратов искусственной слезы различной степени вязкости (капли, гели). Крайне важно отдавать предпочтение безконсервантным формам, поскольку длительное применение препаратов с консервантами само по себе является этиологическим фактором развития НТК. Подбор оптимального средства определяется тяжестью и степенью выраженности синдрома сухого глаза (ксерофтальмии): при легких и крайне тяжелых формах применяют низковязкостные препараты, тогда как при ксерозе средней и тяжелой степени (чаще встречающиеся при НТК) — растворы высокой вязкости и гели [14].

Некоторые авторы рекомендуют к применению уже на ранних стадиях ингибиторы матриксных металлопротеиназ, такие как пероральные тетрациклины (в частности доксициклин), с целью снижения риска расправления роговицы [1, 15].

С целью улучшения увлажнения роговицы и эффективности терапии препаратами искусственной слезы возможно применение окклюдеров слезных точек, но следует учитывать, что в данном случае в составе слезы происходит увеличение медиаторов воспаления и отложений различных продуктов клеточного метаболизма, что повышает риск инфицирования переднего отрезка глаза [15, 16]. При дисфункции мейбомиевых желез к лечению обязательно добавляют гигиену и массаж век с помощью доступных в продаже растворов и салфеток для гигиены век [17].

При нейротрофическом кератите II и III стадии терапевтическая стратегия направлена на стимуляцию реэпителизации язвенного дефекта, профилактику вторичной инфекции и замедление прогрессирующего стромального лизиса. Ввиду высокого риска бессимптомного разрушения стромы и перфорации роговицы, необходим тщательный мониторинг состояния переднего отрезка пораженного глаза. Местная антибиотикотерапия является ключевым компонентом для минимизации инфекционных осложнений. Необходимо соблюдать осторожность при назначении топических кортикостероидов вви-

ду потенциального риска замедления процессов эпителизации и присоединении вторичной инфекции. Тем не менее, их применение оправдано в случае выраженного воспаления для снижения его интенсивности и замедления стромального лизиса. Применение местных НПВС при НТК противопоказано из-за их эпителиотоксичности и стимулирования расплавления коллагена [15].

*Лечебные контактные линзы.* Бандажные и склеральные контактные линзы могут быть безопасным и эффективным методом лечения на любой стадии заболевания благодаря поддержанию постоянного контакта между слезной жидкостью и роговицей, защите ее от механического воздействия при моргании. Также линзы могут способствовать небольшому улучшению зрительных функций у пациентов с нейротрофическим кератитом [18].

*Производные компонентов крови.* В современной офтальмологической практике для терапии патологий глазной поверхности, в том числе нейротрофического кератита, активно применяются инстилляции глазных капель на основе аутологичной сыворотки крови. Данные препараты содержат комплекс естественных компонентов слезной жидкости: широкий спектр факторов роста [эпидермальный, трансформирующий (ТГФ/TGF), тромбоцитарного происхождения (ФРТП/PDGF), фибробластов (ФРФ/FGF), фактор роста нервов и инсулиноподобный фактор роста-1 (ИФР-1/IGF-1)], витамины (А, С), глюкоза, природные антимикробные агенты (поверхностный IgA, дефенсины, лизоцим), белки, участвующие в репарации тканей (фибронектин)]. Эти биологические свойства аутологичной сыворотки способствуют эпителизации дефектов роговичной поверхности, стимулируют миграцию, адгезию и пролиферацию клеток [19].

Несмотря на отсутствие данных рандомизированных контролируемых исследований для данного метода лечения, сообщается, что глазные капли с сывороткой способствуют значительному улучшению состояния пациентов с трофической язвой, не поддающейся традиционному лечению, в течение 7-28 дней [20]. Тройченко Л.Ф., Дрожжина Г.И. использовали аутологичную сыворотку в комплексном лечении 80 пациентов (83 глаза) с трофической язвой роговицы различной этиологии, резистентной к традиционной терапии. Использование данного метода в комплексном лечении трофической язвы роговицы улучшило регенерацию роговицы и привело к полной эпителизации дефектов роговицы в 77,1% случаев [21].

Богатая тромбоцитами плазма (PRP) представляет собой жидкую часть крови с повышенным содержанием интактных тромбоцитов и различным содержанием аутологичной сывороткой профилем присутствия факторов роста (преобладанием тромбоцитарных факторов над факторами роста нервов) [22]. Лошкарева А.О., Майчук Д.Ю. применили PRP для лечения 11 пациентов с хроническими нарушениями эпителизации роговицы после перенесенных герпесвирусных кератитов и сообщили о полном за-

живлении язв в 54% случаев ( $n = 6$ ) и значительном уменьшении размера язв в 27% случаев ( $n = 3$ ) [23]. Wrybel-Dudzińska D. с соавт. провели лечение 25 глаз с II-й и III-й стадиями НТК с помощью PRP и сообщили о полном заживлении язв в 80% случаев ( $n = 20$ ) и значительном уменьшении размера язв в 16% случаев ( $n = 4$ ) [24].

Исходя из данных исследований, аутологичная сыворотка является более предпочтительным выбором в терапии НТК, что обусловлено ее оптимальным составом (включая ключевой для лечения нейротрофического кератита компонент — фактор роста нервов), способствующим эпителизации язвенных дефектов, высокой биосовместимостью и биодоступностью, поддерживающей гомеостаз и стабильное состояние глазной поверхности, а также более высокой степенью доказанности терапевтического эффекта в контексте данного заболевания.

PRP может рассматриваться как альтернатива или дополнение к терапии, особенно в сложных или резистентных случаях, где может быть полезна его способность стимулировать стромальное заживление и образовывать фибриновую пленку. Однако отсутствие или крайне низкое содержание NGF является ключевым ограничивающим фактором для воздействия на нейротрофический компонент заболевания. Доказательная база по применению PRP при НТК также существенно уступает таковой для аутологичной сыворотки.

*Матричные регенерирующие агенты.* Совсем недавно в практику лечения язв роговицы вошли препараты семейства матричных регенерирующих агентов (RGTA). Одним из таких препаратов является Casico1, являющийся первым препаратом для матричной терапии в офтальмологии. RGTA — это биоразлагаемые полимеры на основе глюкозы, которые химически модифицированы для формирования аналогов компонентов внеклеточного матрикса. RGTA формируют своеобразный биокаркас, индуцирующий адгезию к нему компонентов, участвующих в заживлении тканей (например, коллагена, фибронектина, эластина), и осуществляет их протеолитическую защиту [25]. В рамках проспективного наблюдательного исследования применили RGTA к 20 пациентам (20 глазам) со 2-й/3-й стадиями НТК, не поддающимися традиционному лечению. Полное заживление роговицы наблюдалось в 13 глазах (65%) в течение 1-3 месяцев, при этом в четырех глазах (20%) через несколько месяцев после прекращения лечения наблюдались рецидивы [26].

*Рекомбинантный фактор роста нервов человека.* Одним из самых перспективных направлений лечения трофических язв роговицы является применение рекомбинантного фактора роста нервов человека (ФРН) (rh-NGF). Ценегермин — это рекомбинантный ФРН, производимый в кишечной палочке; его молекула идентична человеческому фактору. Доклиническое исследование различных доз глазных капель с человеческим rh-NGF продемонстрировало хорошую переносимость и безопасность препарата. Клинические исследования REPARO 1 и 2

также продемонстрировали эффективность и безопасность рекомбинантного человеческого ФРН в дозах 10 мкг/мл и 20 мкг/мл для ускорения заживления роговицы при легкой и тяжелой формах НТК. Препарат с более высокой концентрацией показал лучшие клинические результаты без изменений в переносимости. Ценегермин был одобрен FDA в 2018 году в концентрации 0,002%, и представляет собой офтальмологический раствор rh-NGF, являющийся первым в мире биологическим препаратом для местного применения, одобренным в области офтальмологии, и первым препаратом, одобренным для лечения НТК [27]. Было доказано, что препарат обладает высокой специфичностью в отношении переднего отрезка глаза и играет важную роль в поддержании заживления роговицы и сохранении ее целостности при дозировке по одной капле шесть раз в день в течение восьми недель [28].

Многоцентровое рандомизированное двойное слепое исследование, проведенное Pflugfelder S.C. с соавт. с участием 48 пациентов с НТК, показало значительно более высокую скорость заживления в группе, получавшей рекомбинантный ФРН. Авторы продемонстрировали, что у пациентов, получавших Ценегермин, наблюдалось статистически значимое уменьшение размера очагов и скорости прогрессирования заболевания во время лечения, и не наблюдалось серьезных побочных эффектов [29].

Roszkowska AM и соавт. [30] обследовали 21 пациента с умеренной и тяжелой формой НТК, которые получали лечение Ценегермином. Участники были обследованы в начале лечения и через 4 и 8 недель терапии. В группе с умеренной формой НТК через 4 недели полного заживления достигли 37,5% глаз, а через 8 недель полное выздоровление было зарегистрировано в 100% глаз. Напротив, в группе с тяжелой формой НТК через 4 недели лечения полностью излечились 69%, через 8 недель — 100% глаз.

*Применение инсулина.* Инсулин — известное и доступное лекарственное средство, которое, согласно исследованиям, помогает заживлению поврежденной роговицы как в лабораторных условиях, так и у животных с диабетом [31]. Такая способность инсулина обусловлена его структурным сходством с ИФР-1, что позволяет ему связываться с рецепторами этого фактора роста и активировать их. Кроме того, оба эти элемента обладают синергией к субстанции P, способствуя через этот механизм стимуляции процессов пролиферации и дифференцировки эпителиальных клеток и заживлению поврежденной поверхности роговицы. К возможным преимуществам данной методики относятся доступность препарата и низкая возможность развития осложнений [32]. Manchini A. и соавт. [32] провели проспективное, открытое, неконтролируемое исследование, в котором применили инстилляции глазных капель на основе инсулина короткого действия (концентрация — 1 ЕД/мл, режим — 4 раза в день) у 8 пациентов (9 глаз) с нейротрофическим кератитом, рефрактерным к традиционному лечению.

Полная реэпителизация дефектов роговицы произошла во всех случаях в среднем через  $25,78 \pm 8,39$  дней.

Местное сочетанное применение пептидов, полученных из субстанции Р и ИФР-1, оказывает аналогичное действие. Yamada N. с соавт. [33] доказали, что пептид SSSR, соответствующий последовательности из четырех аминокислот в С-доме IGF-1, является минимальной необходимой последовательностью для синергической стимуляции веществом Р миграции эпителия роговицы. Сочетание пептида, полученного из вещества Р (FGLM-NH<sub>2</sub>), и SSSR, воздействует непосредственно на эпителиальные клетки роговицы, минуя нервные волокна и запуская миграцию эпителия посредством активации внутриклеточных сигнальных систем. Недавнее исследование применения глазных капель с комбинацией пептидов из субстанции Р (FGLM-NH<sub>2</sub>) и ИФР-1 (SSSR) в лечении пациентов с НТК, связанного с лепрой, показали улучшение состояния роговицы у 83,3% пациентов. Осложнений, связанных с лечением, не наблюдалось [34].

### Хирургическое лечение

Хирургическое лечение рассматривается преимущественно у пациентов с язвами роговицы (III стадия), устойчивыми к консервативному лечению, а также при развитии тяжелых осложнений нейротрофического кератита.

**Блефарорафия (тарзорафия).** Среди хирургических подходов, применяемых при нейротрофических поражениях роговицы, одним из основных методов остается проведение медиальной, латеральной или срединной блефарорафии (временной или постоянной (кровоавой)). Данная методика способствует ускорению и более эффективному заживлению язвенного дефекта, а также снижает риск перфорации роговицы, особенно при наличии глубоких стромальных язв, десцеметоцеле.

При уже случившейся перфорации роговицы такая методика служит неотложной паллиативной мерой, способствующей стабилизации язвенного процесса, возможному закрытию небольших перфораций, или предотвращая увеличение их размеров, сохраняя тем самым целостность глазного яблока до момента выполнения кератопластики, особенно в условиях недостаточности донорского материала. Суть операции заключается в механическом сближении краев век пораженного глаза при помощи их сшивания между собой. Это приводит к сужению глазной щели, ограничивая тем самым травматизацию роговицы при моргании, и уменьшает скорость испарения слезной пленки, способствуя восстановлению эпителия в зоне дефекта. Однако такая хирургия сопряжена с формированием стойкого косметического дефекта, что нередко вызывает необходимость у пациентов. В некоторых случаях вместо хирургического лечения можно использовать инъекцию ботулинического токсина А, который, как было доказано, эффективен для временного птоза с целью защиты роговицы. Преимуществом этого мето-

да перед тарзорафией является возможность избежать хирургического повреждения края века, пациентам легче закапывать глазные капли, а птоз проходит в течение 4-24 недель [35].

**Трансплантация амниотической мембраны.** Трансплантация амниотической мембраны (АМ) — одна из форм реконструктивного хирургического вмешательства при НТК, осложненном язвой роговицы. АМ содержит факторы роста, такие как ФРН и фактор роста кератиноцитов, которые, как было доказано, способствуют заживлению ран эпителия роговицы, а также обладает антимикробным, антиангиогенным и противовоспалительным действиями, содержит ферменты, вызывающие апоптоз воспалительных клеток, ответственных за лизис стромы роговицы [36, 37]. Трансплантат амниотической мембраны можно использовать как в однослойном, так и в многослойном варианте (при глубоких язвах с потерей стромальной ткани), применяя технику наложения или вшивания. При технике вшивания АМ применяется в качестве постоянной замены базальной мембраны роговицы и накладывается эпителиальной стороной наружу, что позволяет клеткам эпителия реципиента мигрировать на АМ. При технике наложения АМ действует как своеобразный «пластырь» или биологическая «повязка» и накладывается эпителиальной стороной внутрь, а через 1-2 недели язвенный дефект отделяется от поверхности роговицы [36].

**Аутоконъюнктивальное покрытие роговицы.** Метод конъюнктивальной пластики роговицы является в настоящее время достаточно эффективным методом хирургического лечения тяжелых осложнений нейротрофического кератита, и считается методом выбора при необходимости в экстренной трансплантации роговицы в условиях отсутствия донорского материала. Благодаря контакту денервированной роговицы с васкуляризированной конъюнктивальной тканью происходит частичное восполнение недостатка нервной трофики. Дополнительно, мигрирующие с лоскута конъюнктивы клетки формируют защитный слой на поверхности роговицы, предохраняя ее от механических повреждений и избыточной дегидратации. Данный метод может эффективно комбинироваться с кератопластикой и частичной тарзорафией, что позволяет одноверменно устранить гнойно-воспалительный очаг, снизить вероятность повторного развития корнеолизиса, уменьшить площадь испарения слезной пленки и обеспечить, как собственную роговицу, так и трансплантат, необходимыми ресурсами и трофическими факторами, необходимыми для реэпителизации и более быстрого восстановления [38].

**Кератопластика.** При развитии прогрессирующих язв роговицы кератопластика часто является единственным возможным методом хирургии с органосохранной целью. В контексте НТК, к тектонической или лечебной кератопластике прибегают при развитии двух клинических сценариев: при обширном стромальном лизисе, ведущем к формированию десцеметоцеле и перфорации, и при вторичном ин-





функций, а в послеоперационном периоде требует назначения пациенту специальной иммуносупрессивной терапии [43, 46, 47].

- CLAU, несмотря на высокую эффективность в изученных исследованиях (~70-80%), уступает SLET в безопасности для донорского глаза из-за риска ятрогенной лимбальной недостаточности (5-10%), и его применение оправдано в основном при отсутствии возможности выполнения SLET или CLET [43, 50, 51].

Таким образом, стратегия лечения СЛН при нейротрофическом кератите должна основываться на наличии поражения второго глаза, степени лимбальной недостаточности и доступности специализированного оборудования для приготовления трансплантата. Будущие исследования должны оптимизировать протоколы лимбальных трансплантаций для улучшения их долгосрочных результатов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная стратегия ведения пациентов с НТК требует комплексного подхода, основанного на стадии и тяжести заболевания. Систематизация актуальных методов выявила значительный прогресс в терапии: консервативное лечение все шире включает биологические препараты (аутосорвотку кро-

ви, факторы роста), рекомбинантные нейротрофические факторы и больший спектр традиционных препаратов (слезозаменители и репаратанты), в то время как арсенал хирургических методов пополнился эффективными вмешательствами, такими как различные виды кератопластик, невротизация роговицы, пересадка лимбальных клеток.

Применение данных новейших методик существенно расширило возможности лечения пациентов с тяжелыми формами НТК. Ключевыми факторами успешного лечения остаются ранняя диагностика и своевременное назначение адекватной стадийной терапии, что крайне важно для сохранения целостности роговицы. Несмотря на достигнутый прогресс, проведенный анализ выявил необходимость дальнейших масштабных клинических исследований для оптимизации существующих протоколов, оценки долгосрочной эффективности новых методов и повышения доступности современных видов помощи для всех пациентов с нейротрофическим кератитом.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Dua HS, Said DG, Messmer EM, Rolando M, Benitez-Del-Castillo JM, et al. Neurotrophic keratopathy. *Prog Retin Eye Res.* 2018; 66: 107-131. doi:10.1016/j.preteyeres.2018.04.003
2. Bonini S, Lambiase A, Rama P, Caprioglio G, Aloe L. Topical treatment with nerve growth factor for neurotrophic keratitis. *Ophthalmology.* 2000; 107(7): 1347-1352. doi:10.1016/s0161-6420(00)00163-9
3. Darwish T, Brahma A, O'Donnell C, Efron N. Subbasal nerve fiber regeneration after LASIK and LASEK assessed by noncontact esthesiometry and in vivo confocal microscopy: prospective study. *J Cataract Refract Surg.* 2007; 33(9): 1515-1521. doi:10.1016/j.jcrs.2007.05.023
4. Ozaki K, Terayama Y, Matsuura T. Extended Duration of Hyperglycemia Result in Human-Like Corneal Nerve Lesions in Mice With Alloxan- and Streptozotocin-Induced Type 1 Diabetes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018; 59(15): 5868-5875. doi:10.1167/iovs.18-25693
5. Zhurova S. Neurotrophic corneal and conjunctival xerosis. *Ophthalmology Reports.* 2014; 7(1): 59-65. Russian (Журова С.Г. Нейротрофический роговично-конъюнктивальный кератит //Офтальмологические ведомости. 2014. Т. 7, № 1. С. 59-65.) doi: 10.17816/OV2014159-65
6. Müller LJ, Marfurt CF, Kruse F, Tervo TM. Corneal nerves: structure, contents and function. *Exp Eye Res.* 2003; 76(5): 521-542. doi: 10.1016/s0014-4835(03)00050-2
7. Sigelman S, Friedenwald JS. Mitotic and wound-healing activities of the corneal epithelium; effect of sensory denervation. *AMA Arch Ophthalmol.* 1954; 52(1): 46-57. doi: 10.1001/archoph.1954.00920050048005
8. Ruiz-Lozano RE, Hernandez-Camarena JC, Loya-Garcia D, Merayo-Llloves J, Rodriguez-Garcia A. The molecular basis of neurotrophic keratopathy: Diagnostic and therapeutic implications. A review. *Ocul Surf.* 2021; 19: 224-240. doi: 10.1016/j.jtos.2020.09.007
9. Versura P, Giannaccare G, Pellegrini M, Sebastiani S, Campos EC. Neurotrophic keratitis: current challenges and future prospects. *Eye Brain.* 2018; 10: 37-45. doi: 10.2147/EB.S117261
10. Heigle TJ, Pflugfelder SC. Aqueous tear production in patients with neurotrophic keratitis. *Cornea.* 1996; 15(2): 135-138. doi: 10.1097/00003226-199603000-00005
11. Bonini S, Aloe L, Bonini S, Rama P, Lamagna A, Lambiase A. Nerve growth factor (NGF): an important molecule for trophism and healing of the ocular surface. *Advances in experimental medicine and biology.* 2002; 506(Pt. A): 531-537. doi: 10.1007/978-1-4615-0717-8\_75
12. Bonini S, Rama P, Olzi D, Lambiase A. Neurotrophic keratitis. *Eye (Lond).* 2003; 17(8): 989-995. doi: 10.1038/sj.eye.6700616
13. Mackie IA. Neuroparalytic keratitis. *Current Ocular Therapy.* 1995; 452-454.
14. Egorov EA. Features of dry eye syndrome treatment. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2018; 3: 146-149. Russian (Егоров Е.А. Особенности терапии синдрома «сухого глаза» //РМЖ. Клиническая офтальмология. 2018; Т. 3, С. 146-149.) doi: 10.21689/2311-7729-2018-18-3-146-149

15. Trinh T, Santaella G, Mimouni M, Mednick Z, Cohen E, Sorkin N, et al. Assessment of response to multimodal management of neurotrophic corneal disease. *Ocul Surf*. 2021; 19: 330-335. doi: 10.1016/j.jtos.2020.11.003
16. Brzheskii VV, Radkhuan MR. Relative effectiveness of methods of obturating the lacrimal duct in the treatment of patients with dry eye syndrome. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2019; 135(1): 12-20. Russian (Бржеский В.В., Радхуан М.Р. Сравнительная эффективность методов obturации слезоотводящих путей в лечении пациентов с синдромом сухого глаза //Вестник офтальмологии. 2019; Т. 135, № 1, С. 12-20.) doi: 10.17116/oftalma201913501112
17. Riks IA, Trufanov SV, Boutaba R. Modern approaches to the treatment of meibomian gland dysfunction. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2021; 137(1): 130-136. Russian (Рикс И.А., Труфанов С.В., Бутаба Р. Современные подходы к лечению дисфункции мейбомиевых желез //Вестник офтальмологии. 2021; Т. 137, № 1, С. 130-136.) doi: 10.17116/oftalma2021137011130
18. Witsberger E, Schornack M. Scleral Lens Use in Neurotrophic Keratopathy: A Review of Current Concepts and Practice. *Eye Contact Lens*. 2021; 47(3):144-148. doi: 10.1097/ICL.0000000000000748
19. Rauz S, Saw VP. Serum eye drops, amniotic membrane and limbal epithelial stem cells-tools in the treatment of ocular surface disease. *Cell Tissue Bank*. 2010; 11(1): 13-27. doi: 10.1007/s10561-009-9128-1
20. Semeraro F, Forbice E, Romano V, Angi M, Romano MR, Filippelli ME, et al. Neurotrophic keratitis. *Ophthalmologica*. 2014; 231(4): 191-197. doi: 10.1159/000354380
21. Pozdeeva NA, Domentyeva LN, Vasilyeva AY, Ovchinnikova VN. Using the autologous serum in ocular surface diseases. *Practical medicine*. 2014; 1(77): 111-115. Russian (Поздеева Н.А., Дометьева Л.Н., Васильева А.Ю., Овчинникова В.Н. Применение аутологичной сыворотки при заболеваниях глазной поверхности //Практическая медицина. 2014; № 1(77). С. 111-115.)
22. Mussano F, Genova T, Munaron L, Petrillo S, Erovigni F, Carossa S. Cytokine, chemokine, and growth factor profile of platelet-rich plasma. *Platelets*. 2016; 27(5): 467-471. doi: 10.3109/09537104.2016.1143922
23. Loshkareva AO, Maychuk DY. Use of Platelet-rich Plasma in Patients with Chronic Corneal Erosions. *Modern Technologies in Ophthalmology*. 2016; 4: 131-132. Russian (Лошкарева А.О., Майчук Д.Ю. Применение богатой тромбоцитами плазмы у пациентов с хроническими эрозиями роговицы //Современные технологии в офтальмологии. 2016. № 4. С. 388-393.)
24. Wróbel-Dudzińska D, Alio J, Rodriguez A, Suchodoła-Ratajewicz E, Kosior-Jarecka E, Rymgayfło-Jankowska B, et al. Clinical Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Neurotrophic Corneal Ulcer. *J Ophthalmol*. 2018; 2018: 3538764. doi: 10.1155/2018/3538764
25. Arvola RP, Robciuc A, Holopainen JM. Matrix Regeneration Therapy: A Case Series of Corneal Neurotrophic Ulcers. *Cornea*. 2016; 35(4): 451-455. doi: 10.1097/ICO.0000000000000759
26. Cochener B, Zagnoli C, Hugny-Larroque C, Derrien S. Healing of resistant corneal neurotrophic ulcers using a matrix regenerating agent. *J Fr Ophthalmol*. 2019; 42(2): 159-165. doi: 10.1016/j.jfo.2018.05.009
27. Sheha H, Tighe S, Hashem O, Hayashida Y. Update On Cenergermin Eye Drops In The Treatment Of Neurotrophic Keratitis. *Clin Ophthalmol*. 2019; 13: 1973-1980. doi: 10.2147/OPHT.S185184
28. Deeks ED, Lamb YN. Cenergermin: A Review in Neurotrophic Keratitis. *Drugs*. 2020; 80(5): 489-494. doi: 10.1007/s40265-020-01289-w
29. Pflugfelder SC, Massaro-Giordano M, Perez VL, Hamrah P, Deng SX, Espandar L, et al. Topical Recombinant Human Nerve Growth Factor (Cenergermin) for Neurotrophic Keratopathy: A Multicenter Randomized Vehicle-Controlled Pivotal Trial. *Ophthalmology*. 2020; 127(1): 14-26. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.08.020
30. Roszkowska AM, Inferrera L, Aragona E, Gargano R, Postorino EI, Aragona P. Clinical and instrumental assessment of the corneal healing in moderate and severe neurotrophic keratopathy treated with rh-NGF (Cenergermin). *Eur J Ophthalmol*. 2022; 32(6): 3402-3410. doi: 10.1177/11206721221097584
31. Zagon IS, Klocek MS, Sassani JW, McLaughlin PJ. Use of topical insulin to normalize corneal epithelial healing in diabetes mellitus. *Arch Ophthalmol*. 2007; 125(8): 1082-1088. doi: 10.1001/archophth.125.8.1082
32. Mancini A, Mancini M, Taloni A, Bifezzi L, Romeo MA, Rijillo L, et al. Topical insulin used alone or in combination with drug-depository contact lens for refractory cases of neurotrophic keratopathy. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2024; 36: 102227. doi: 10.1016/j.ajoc.2024.102227
33. Yamada N, Yanai R, Kawamoto K, Nagano T, Nakamura M, Inui M, Nishida T. Promotion of corneal epithelial wound healing by a tetrapeptide (SSSR) derived from IGF-1. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006; 47(8): 3286-3292. doi: 10.1167/iovs.05-1205
34. Kondo S, Okano Y, Iraha S, Tokunaga S. Substance P- and Insulin-like Growth Factor 1-derived Tetrapeptides for Neurotrophic Keratopathy Related to Leprosy: A Clinical Trial. *Ophthalmol Sci*. 2024; 5(2): 100634. doi: 10.1016/j.xops.2024.100634
35. Gusek-Schneider GC, Erbguth F. Protective ptosis by botulinum A toxin injection in corneal affectations. *Klin Monbl Augenheilkd*. 1998; 213(1): 15-22. doi: 10.1055/s-2008-1034938
36. Meller D, Pauklin M, Thomasen H, Westekemper H, Steuhl KP. Amniotic membrane transplantation in the human eye. *Dtsch Arztebl Int*. 2011; 108(14): 243-248. doi: 10.3238/arztebl.2011.0243
37. Rodríguez-Ares MT, Touriño R, López-Valladares MJ, Gude F. Multilayer amniotic membrane transplantation in the treatment of corneal perforations. *Cornea*. 2004; 23(6): 577-583. doi: 10.1097/01.ico.0000121709.58571.12
38. Kasparova EvgA, Kasparov AA, Sobkova OI, Kasparova EIA, Rozinova VN. A method of treating purulent corneal ulcer in the eyes with neuroparalytical keratitis and lagophthalmos. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2019; 135(5-2): 220225. Russian (Каспарова Евг.А., Каспарова А.А., Собкова О.И., Каспарова Ел.А., Розинова В.Н. Способ лечения гнойной язвы

- роговицы, развившейся на глазах с нейротрофическим кератитом и лагофталмом //Вестник офтальмологии. 2019; Т. 135. № 5-2. С. 220225.) doi: 10.17116/oftalma2019135052220
39. Kymionis GD, Vakalopoulos DG, Chatzea MS, Togka KA, Tsagkogiannis VA, Petrou PC. Allogeneic anterior lens capsule transplantation (ALCT) for the management of HSV neurotrophic keratitis. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2025; 38: 102292. doi: 10.1016/j.ajoc.2025.102292
  40. Bains RD, Elbaz U, Zuker RM, Ali A, Borschel GH. Corneal neurotization from the supratrochlear nerve with sural nerve grafts: a minimally invasive approach. *Plast Reconstr Surg.* 2015; 135(2): 397-400. doi: 10.1097/PRS.0000000000000994
  41. Elbaz U, Bains R, Zuker RM, Borschel GH, Ali A. Restoration of corneal sensation with regional nerve transfers and nerve grafts: a new approach to a difficult problem. *JAMA Ophthalmol.* 2014; 132(11): 1289-1295. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.2316
  42. Yelgina SI, Ushakova GA, Nikulina EN. Reproductive system in full-term and preterm newborn girls. *Fundamental and clinical medicine.* 2016; 1(3): 39-45. Russian (Елгина С.И., Ушакова Г.А., Никулина Е.Н. Репродуктивная система доношенных и недоношенных новорожденных девочек //Фундаментальная и клиническая медицина. 2016. Т. 1, № 3. С. 39-45.)
  43. Gushchina MB, Butsan SB, Sergeeva VY, Salikhov KS, Tereshchenko AV, Erokhina EV, Mal'kov SA. Results of neurotrophic keratopathy treatment by direct corneal neurotization. *Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2023; 3S: 37-48. Russian (Гущина М.Б., Буцан С.Б., Сергеева В.Ю., Салихов К.С., Терещенко А.В., Ерохина Е.В., Мальков С.А. Результаты хирургического лечения нейротрофической кератопатии методом прямой невротизации роговицы // Офтальмохирургия. 2023. № 3S. С. 37-48.) doi: 10.25276/0235-4160-2023-3S-37-48
  44. Kengrunpanich S, Chirapapaisan C, Ngowiyutagon P, Chotikavanich S, Sikarinkul R, Taetrongchit N, et al. Comparative analysis of long-term results of three epithelial cell transplantation procedures for treating limbal stem cell deficiency. *Ocul Surf.* 2024; 32: 71-80. doi: 10.1016/j.jtos.2024.01.003
  45. Sangwan VS, Basu S, MacNeil S, Balasubramanian D. Simple limbal epithelial transplantation (SLET): a novel surgical technique for the treatment of unilateral limbal stem cell deficiency. *Br J Ophthalmol.* 2012; 96(7): 931-934. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-301164
  46. Nakamura T, Inatomi T, Sotozono C, Amemiya T, Kanamura N, Kinoshita S. Transplantation of cultivated autologous oral mucosal epithelial cells in patients with severe ocular surface disorders. *Br J Ophthalmol.* 2004; 88(10): 1280-1284. doi: 10.1136/bjo.2003.038497
  47. Jurkunas UV, Yin J, Johns LK, Li S, Negre H, Shaw KL, et al. Cultivated autologous limbal epithelial cell (CALEC) transplantation: Development of manufacturing process and clinical evaluation of feasibility and safety. *Sci Adv.* 2023; 9(33): eadg6470. doi: 10.1126/sciadv.adg6470
  48. Elalfy M, Elsayah K, Maqsood S, Jordan N, Hassan M, Zaki A, et al. Allogenic Cultured Limbal Epithelial Transplantation and Cultivated Oral Mucosal Epithelial Transplantation in Limbal Stem Cells Deficiency: A Comparative Study. *Ophthalmology and Therapy.* 2025; 14(2): 413-432. doi: 10.1007/s40123-024-01083-x
  49. Shanbhag SS, Patel CN, Goyal R, Donthineni PR, Singh V, Basu S. Simple limbal epithelial transplantation (SLET): Review of indications, surgical technique, mechanism, outcomes, limitations, and impact. *Indian J Ophthalmol.* 2019; 67(8): 1265-1277. doi: 10.4103/ijo.IJO\_117\_19
  50. Basu S, Sureka SP, Shanbhag SS, Kethiri AR, Singh V, Sangwan VS. Simple Limbal Epithelial Transplantation: Long-Term Clinical Outcomes in 125 Cases of Unilateral Chronic Ocular Surface Burns. *Ophthalmology.* 2016; 123(5): 1000-1010. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.12.042
  51. Ganger A, Singh A, Kalaivani M, Gupta N, Vanathi M, Mohanty S, Tandon R. Outcomes of surgical interventions for the treatment of limbal stem cell deficiency. *Indian J Med Res.* 2021; 154(1): 51-61. doi: 10.4103/ijmr.IJMR\_1139\_18

#### Сведения об авторах:

СОЗУРАКОВА Евгения Алексеевна, канд. мед. наук, преподаватель кафедры внутренних болезней, ФГБОУ ВО КемГУ; врач-офтальмолог хирургического отделения № 4, ГАУЗ КОКБ им. С.В. Беляева, г. Кемерово, Россия. E-mail: edel\_86@mail.ru

ЧАЩИН Алексей Павлович, врач-офтальмолог хирургического отделения № 5, ГАУЗ КОКБ им. С.В. Беляева, г. Кемерово, Россия. E-mail: chaschin99@gmail.com

МОЗЕС Вадим Гельевич, доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института, ФГБОУ ВО КемГУ, г. Кемерово, Россия. E-mail: vadimmoses@mail.ru

ЕЛГИНА Светлана Ивановна, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры акушерства и гинекологии им. Г.А. Ушаковой, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: elginas.i@mail.ru

РУДАЕВА Елена Владимировна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры акушерства и гинекологии им. Г.А. Ушаковой, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: rudaeva@mail.ru

#### Information about authors:

SOZURAKOVA Evgenia Alexeevna, candidate of medical sciences, lecturer, department of internal medicine, Kemerovo State University; ophthalmologist of the surgical department № 4, Kuzbass Clinical Hospital named after S.V. Belyaev, Kemerovo, Russia. E-mail: edel\_86@mail.ru

CHASHCHIN Alexey Pavlovich, ophthalmologist of the surgical department № 5, Kuzbass Clinical Hospital named after S.V. Belyaev, Kemerovo, Russia. E-mail: chaschin99@gmail.com

MOSES Vadim Gelievich, doctor of medical sciences, professor, director of the medical institute, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia. E-mail: vadimmoses@mail.ru

ELGINA Svetlana Ivanovna, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of obstetrics and gynecology named after G.A. Ushakova, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: elginas.i@mail.ru

RUDAIEVA Elena Vladimirovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of obstetrics and gynecology named after G.A. Ushakova, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: rudaeva@mail.ru

МОЗЕС Кира Борисовна, ассистент кафедры поликлинической терапии и сестринского дела, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: kbsolo@mail.ru

ЧЕРНЫХ Наталья Степановна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры поликлинической педиатрии, пропедевтики детских болезней и последипломной подготовки, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: nastep@mail.ru

MOZES Kira Borisovna, assistant of the department of polyclinic therapy and nursing, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: kbsolo@mail.ru

CHERNYKH Natalya Stepanovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of polyclinic pediatrics, propaedeutics of childhood diseases and postgraduate training, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: nastep@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ЕЛГИНА Светлана Ивановна, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22 а, ФГБОУ ВО КемГМУ

Минздрава России

Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: elginas.i@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Холопова А.Ю. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ЭРИТРОПОЭТИНА В ПЛАЦЕНТАХ ТРЕТЬЕГО ТРИМЕСТРА ГЕСТАЦИИ ПРИ ОСТРОЙ COVID-19 // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 32-37.

Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Холопова А.Ю.

Южно-Уральский государственный медицинский университет,  
г. Челябинск, Россия



## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ЭРИТРОПОЭТИНА В ПЛАЦЕНТАХ ТРЕТЬЕГО ТРИМЕСТРА ГЕСТАЦИИ ПРИ ОСТРОЙ COVID-19

**Цель исследования** – оценить особенности экспрессии эритропоэтина в плацентах женщин с острой COVID-19 в III триместре гестации.

**Материалы и методы.** Ретроспективное исследование. В основную группу включено 7 плацент пациенток с крайне тяжелой COVID-19 и уровнем EPO в сыворотке крови 4,7 (4,4; 9,3) мМЕ/мл. Группу сравнения составили 19 плацент пациенток с легким, среднетяжелым или тяжелым течением COVID-19 и уровнем EPO в сыворотке крови 17 (6,9; 22,0) мМЕ/мл. Изучена экспрессия иммуногистохимического маркера гипоксии эритропоэтина в плаценте.

**Результаты.** Выявлена экспрессия эритропоэтина в синцитиотрофобласте, эндотелии капилляров и клетках стромы ворсин пациенток с любой степенью тяжести острой COVID-19. Несмотря на статистически значимо более низкий уровень сывороточного эритропоэтина у беременных женщин с крайне тяжелым течением COVID-19, экспрессия эритропоэтина в плацентах этой группы статистически значимо более выражена в сравнении с плацентами при других степенях тяжести инфекции.

**Заключение.** COVID-19 сопровождается значительными плацентарными нарушениями гипоксического характера при любой тяжести инфекции. Более высокий уровень экспрессии эритропоэтина в плаценте беременных женщин с крайне тяжелым течением COVID-19 при низком уровне сывороточного эритропоэтина свидетельствует об активации аутокринных механизмов локального синтеза эритропоэтина, направленного на компенсацию выраженной гипоксии в органе.

**Ключевые слова:** беременность; COVID-19; плацента; гипоксия; эритропоэтин

Ishchenko L.S., Voropaeva E.E., Kazachkova E.A., Kazachkov E.L., Kholopova A.Y.

South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

### SPECIFIC FEATURES OF ERYTHROPOIETIN EXPRESSION IN THIRD-TRIMESTER PLACENTAS IN CASE OF ACUTE COVID-19

**The aim of the research** is to evaluate the expression of erythropoietin in the placentas of women with acute COVID-19 in the third trimester of gestation.

**Materials and methods.** Retrospective study. The main group included 7 placentas from patients with extremely severe COVID-19 and a serum EPO level of 4.7 (4.4; 9.3) mIU/ml. The comparison group consisted of 19 placentas from patients with mild, moderate, or severe COVID-19 and a serum EPO level of 17 (6.9; 22.0) mIU/ml. The expression of the immunohistochemical marker of hypoxia, erythropoietin, in the placenta was studied.

**Results.** Erythropoietin expression was detected in the syncytiotrophoblast, capillary endothelium, and villous stromal cells of patients with any severity of acute COVID-19. Despite a statistically significantly lower serum erythropoietin level in pregnant women with extremely severe COVID-19, erythropoietin expression in the placentas from this group was statistically significantly more pronounced compared to placentas in case of other degrees of infection severity.

**Conclusion.** COVID-19 is accompanied by significant placental disorders of a hypoxic nature, regardless of the severity of the infection. A higher level of erythropoietin expression in the placenta of pregnant women with extremely severe COVID-19, accompanied by low serum erythropoietin levels, indicates the activation of autocrine mechanisms for local erythropoietin synthesis to compensate for severe hypoxia in the organ.

**Kew words:** pregnancy; COVID-19; placenta; hypoxia; erythropoietin

**Н**овая коронавирусная инфекция COVID-19 (COVID-19) вызывает, в основном, поражение легочной ткани с развитием дыхательной недостаточности и выраженной тканевой гипоксии, коррелирующих с тяжестью течения инфекции. При COVID-19 может наблюдаться поражение других органов и систем, особенно при крайне тяжелом те-

чении инфекции, с развитием полиорганной дисфункции, ранним поражением почек [1, 2]. Известно, что в условиях гипоксии и кислородного голодания в организме меняется работа каскада ферментных систем, в частности, гипоксией-индуцируемого фактора-1 альфа. Последний активирует транскрипцию ряда генов, в том числе гена эритро-

поэтина (ЭПО), что сопровождается повышением концентрации ЭПО в сыворотке крови. В физиологических условиях во взрослом организме ЭПО синтезируется, преимущественно, в почках перитубулярными интерстициальными фибробластами [3-5]. В условиях почечной дисфункции, например, при хронической почечной недостаточности, наблюдается гибель ЭПО-продуцирующих клеток в почках с нарушением адекватного синтеза ЭПО [6, 7].

Эффекты ЭПО не ограничиваются его влиянием на эритропоэз. ЭПО обладает пролиферативным, ангиогенным, противовоспалительным и антиапоптотическим действием [8, 9]. Рецепторы к ЭПО обнаружены во многих тканях организма, в том числе в плаценте – цито- и синцитиотрофобласте, эндотелии сосудов ворсин и клетках стромы ворсин [8, 10, 11], что обуславливает реализацию плейотропного влияния ЭПО на плаценту [12]. ЭПО стимулирует процессы неангиогенеза в плаценте, улучшая ее кровоснабжение в условиях гипоксии [13, 14]. ЭПО обладает противовоспалительным эффектом, противодействуя провоспалительным цитокинам, в частности, фактору некроза опухоли-альфа и интерлейкину-1 бета [15, 16]. Гипоксия, окислительный стресс и воспаление активируют апоптоз в тканях, нарушая их функциональную активность [17]. ЭПО оказывает антиапоптотический эффект, модулируя пролиферативную активность клеток [17, 18].

По результатам ранее проведенного нами исследования, уровень ЭПО в сыворотке крови беременных женщин с крайне тяжелым течением COVID-19 статистически значимо ниже в сравнении с данным показателем при других степенях тяжести COVID-19, а также у неинфицированных беременных. Пороговое значение ЭПО сыворотки крови для прогнозирования риска развития крайне тяжелого течения COVID-19 у беременных  $\leq 10,5$  мМЕ/мл на 4-е сутки от начала заболевания [19]. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для электронно-вычислительных машин № 2024660927 «Калькулятор прогнозирования риска крайне тяжелого течения COVID-19 у беременных женщин» [20]. Данных об исследовании ЭПО в плаценте при COVID-19 в доступной литературе нами не найдено.

**Цель исследования** – оценить особенности экспрессии эритропоэтина в плацентах женщин с острой COVID-19 в III триместре гестации.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на кафедре акушерства и гинекологии и кафедре патологической анатомии и судебной медицины им. профессора В.Л. Коваленко ФГБОУ ВО Южно-Уральского государственного медицинского университета Минздрава России. Этический комитет ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России одобрил проведение исследования на заседании 20.09.2021 г., протокол № 8.

Ретроспективно исследовали 26 плацент пациенток с острой COVID-19, родоразрешенных в III триместре (период с июля 2021 г. по октябрь 2021 г.) в COVID-госпитале для беременных, организованном на территории г. Челябинска и Челябинской области в апреле 2020 г.

Основную группу исследования составили 7 плацент от беременных с крайне тяжелым течением COVID-19. Группа сравнения – 19 плацент от беременных с легким, среднетяжелым или тяжелым течением COVID-19. Срок родов в основной группе – 32,4 (28,6;33,5) недели, что статистически значимо меньше, чем в группе сравнения – 36,3 (33,3;39,0) недель ( $p = 0,008$ ). У пациенток основной группы выявлен статистически значимо более низкий уровень ЭПО в сыворотке крови, чем у пациенток группы сравнения – 4,7 (4,4;9,3) мМЕ/мл и 17 (6,9;22,0) мМЕ/мл соответственно ( $p = 0,005$ ).

**Критерии включения** пациенток в исследование: подтвержденный случай COVID-19 (U07.1), III триместр беременности, репродуктивный возраст, наличие данных об уровне сывороточного ЭПО в период острой COVID-19, наличие в архиве парафиновых блоков с фрагментами плаценты, письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов в открытой печати. **Критерии невключения:** вероятный/подозрительный случай COVID-19 (U07.2/Z03.8).

Для проведения иммуногистохимического (ИГХ) исследования с парафиновых блоков с фрагментами плацент готовили срезы толщиной 4 мкм, подвергая их последующей депарафинизации и дегидратации. Далее подготовку срезов осуществляли по стандартной схеме с последующим применением системы визуализации N-Histofine Simple Stain MAX PO (MULTI) с хромогеном DAB и кроличьими моноклональными антителами (кМКАТ) к ЭПО (Cat. № GTX112834; рабочее разведение 1 : 500) для изучения экспрессии ЭПО в плаценте. Полученные микропрепараты сканировали на цифровом микроскопе Hamamatsu, гистосканы архивировали на цифровом носителе. С помощью программного обеспечения для цифрового анализа биоизображений QuPath осуществляли анализ гистосканов микропрепаратов плаценты и автоматизированную оценку уровня экспрессии ИГХ-позитивных структур путем измерения в процентах площади коричневого окрашивания цитоплазмы клеток синцитиотрофобласта, стромы ворсин и эндотелия сосудов стромы ворсин, эритроцитов в просветах сосудов [21].

**Статистический анализ** полученных результатов осуществляли с применением IBM SPSS Statistics 19. В связи с отличием распределения количественных показателей от нормального при анализе с применением критерия Шапиро–Уилка их рассчитывали в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q1; Q3). Статистическую значимость различий оценивали с применением U-критерия Манна–Уитни. При уровне  $p \leq 0,05$  различия оценивали как статистически значимые.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспрессию ЭПО наблюдали в плацентах пациенток обеих групп исследования. В основной группе ЭПО более активно экспрессировался в синцитиотрофобласте и клетках стромы ворсин, в меньшей степени – в эндотелии сосудов стромы ворсин, слабо – в эритроцитах в просветах сосудов (рис. 1). В группе сравнения экспрессия ЭПО отмечена, преимущественно, в синцитиотрофобласте (рис. 2).

В плацентах пациенток основной группы зарегистрирован статистически значимо более высокий уровень экспрессии ЭПО относительно плацент

женщин группы сравнения – 83,8 (83,6; 85,3) % и 62,7 (58,4; 68,2) % соответственно ( $p < 0,001$ ).

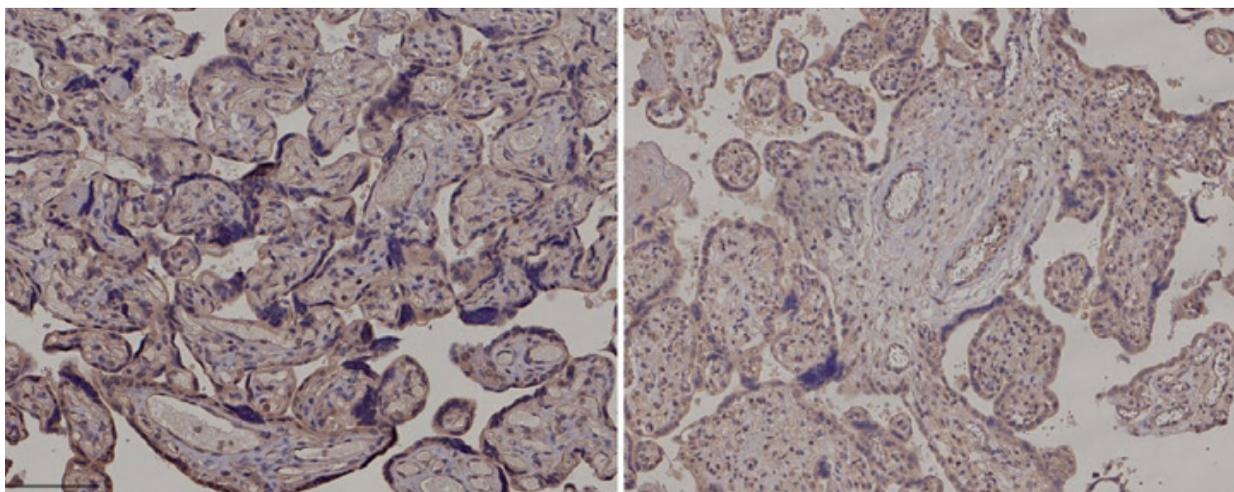
## ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс физиологического развития и функционирования плаценты зависит от равновесия между различными механизмами, обеспечивающими адекватный ангиогенез и кровоснабжение этого провизорного органа [22].

ЭПО – известный цитокин, синтез которого в организме возрастает в условиях кислородного голодания тканей. ЭПО относят к проангиогенным

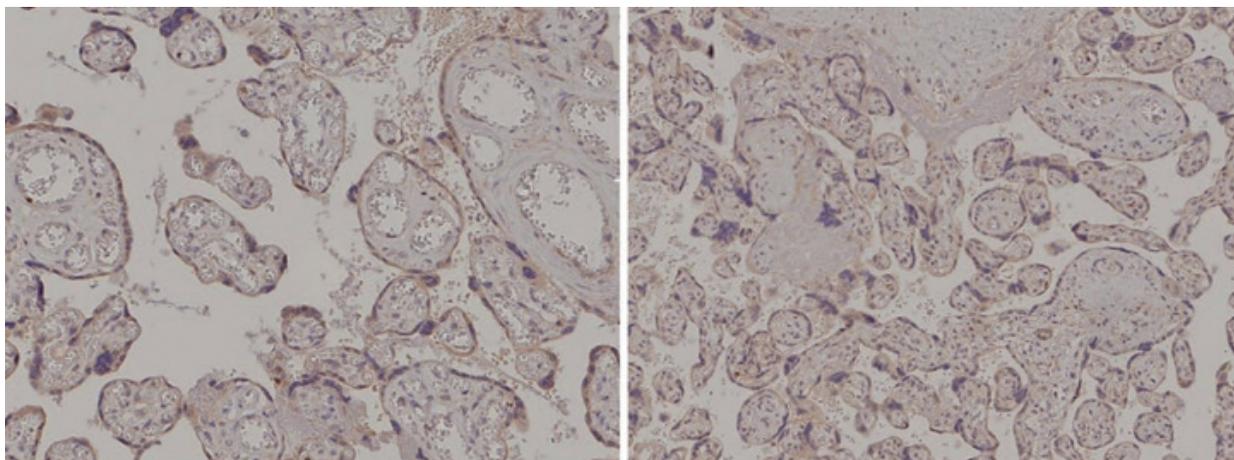
**Рисунок 1**  
Экспрессия ЭПО в плацентах пациенток основной группы на фоне острой COVID-19 (слева – пример 1 (пациентка Р.), справа – пример 2 (пациентка Н.). ИГХ окрашивание с кМККАТ к ЭПО,  $\times 200$

**Figure 1**  
EPO expression in placentas of patients in the main group with acute COVID-19 (left – example 1 (patient R.), right – example 2 (patient N.). IHC staining with EPO rMKAB,  $\times 200$



**Рисунок 2**  
Экспрессия ЭПО в плацентах пациенток группы сравнения на фоне острой COVID-19 (слева – пример 1 (пациентка Б.), справа – пример 2 (пациентка М.). ИГХ окрашивание с кМККАТ к ЭПО,  $\times 200$

**Figure 2**  
EPO expression in placentas of comparison group patients with acute COVID-19 (left – example 1 (patient B.), right – example 2 (patient M.). IHC staining with EPO rMKAB,  $\times 200$



факторам. Почки — основной орган, отвечающий за продукцию ЭПО в постнатальном периоде [4, 5, 9]. Нарушение их функции в условиях острого или хронического почечного повреждения ведет к снижению концентрации сывороточного ЭПО [7, 23].

Известно, что проникновение вируса SARS-CoV-2 в клетку осуществляется, в основном, путем связывания с рецептором ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2) при участии трансмембранной сериновой протеазы II типа TMPRSS2 и спайкового белка (S-гликопротеина) [24]. Активная экспрессия АПФ2 выявлена во многих тканях организма, в том числе в почках и плаценте [2, 25], что делает их мишенями для воздействия SARS-CoV-2. Нарушение функции почек при крайне тяжелой COVID-19 проявляется, в частности, в снижении выработки ЭПО, что продемонстрировано результатами ранее проведенного нами исследования [19]. Также АПФ2 является активным элементом работы ренин-ангиотензиновой системы организма. Снижение экспрессии АПФ2 сопровождается повышением уровня ангиотензина II [2], снижением продукции ЭПО [5], нарушением гемодинамики в маточно-плацентарных сосудах и, как следствие, развитием гипоксии и ишемии в плаценте [26].

Зарегистрированное нами повышение экспрессии ЭПО в плацентах в период острой COVID-19 отражает активность процессов аутокринного синтеза ЭПО клеточными элементами плаценты в условиях нарастающей гипоксии и системного воспалительного ответа. Статистически значимо более высокая экспрессия ЭПО в плацентах пациенток при крайне тяжелом течении COVID-19 связана, вероятно, как с более высокой степенью плацентарных по-

вреждений смешанного генеза у этих пациенток, продемонстрированное в ряде исследований [27-29], так и с более выраженной активацией локального синтеза ЭПО при низкой его концентрации в сыворотке крови. Запускаются компенсаторные механизмы антиоксидантной защиты в ответ на повреждение ткани [9, 17, 30].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, статистически значимо более высокий уровень экспрессии ЭПО в плацентах пациенток с крайне тяжелым течением COVID-19 наблюдается при статистически значимо низком уровне сывороточного ЭПО у этих женщин. Высокая экспрессия ЭПО в плацентах III триместра гестации на фоне острой COVID-19 свидетельствует (может свидетельствовать) о значительных нарушениях гипоксического характера в плацентарной ткани при любой тяжести инфекции, особенно при крайне тяжелом течении. Это происходит за счет более выраженной активации аутокринного синтеза ЭПО в плацентах при крайне тяжелом течении COVID-19. Это способствует, наряду с другими антигипоксическими механизмами, компенсации плацентарной дисфункции в условиях выраженной гипоксии и воспаления.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Golota AS, Kamilova TA, Makarenko SV, Sarana AM, Shherbak SG. Rehabilitation during the COVID-19 pandemic. *Clinical Practice*. 2022; 13(1): 42-65. Russian (Голота А.С., Камиллова Т.А., Макаренко С.В., Сарана А.М., Шербак С.Г. Реабилитация в условиях пандемии COVID-19 //Клиническая практика. 2022. Т. 13, № 1. С. 42-65.) doi: 10.17816/clinpract79364
- Supotnitskii MV. COVID-19: A Difficult Test for Humanity. М.: Russkaya panorama, 2021. 256 p. Russian (Супотницкий М.В. COVID-19: трудный экзамен для человечества. М.: Русская панорама, 2021. 256 с.)
- Brines M, Cerami A. The Receptor that Tames the Innate Immune Response. *Mol Med*. 2012; 18(1): 486-496. doi: 10.2119/molmed.2011.00414
- Lykov AP. Erythropoietin: function and therapeutic potential. *Siberian scientific medical journal*. 2023; 43(3): 29-39. Russian (Лыков А.П. Эритропоэтин: функции и терапевтический потенциал //Сибирский научный медицинский журнал. 2023. Т. 43, № 3. С. 29-39.) doi: 10.18699/SSMJ20230203
- Zakharov YuM. Regulation of extrarenal erythropoietin production. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova*. 2015; 101(11): 1217-1234. Russian (Захаров Ю.М. Внепочечная продукция эритропоэтина и ее регуляция //Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2015. Т. 101, № 11. С. 1217-1234).
- Varlamova ON, Chervyakovskaya OD. Erythropoietin and its biological role. *Medicine: theory and practice*. 2019; 4(3): 61-69. Russian (Варламова О.Н., Червяковская О.Д. Эритропоэтин и его биологическая роль //Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4, № 3. С. 61-69.)
- Osikov MV, Telesheva LF, Ageev Yul, Fedosov AA. Erythropoietin level and immune status in patients with chronic renal failure on hemodialysis. *Modern problems of science and education*. 2013; 4. Russian (Осиков М.В., Телешева Л.Ф., Агеев Ю.И., Федосов А.А. Уровень эритропоэтина и иммунный статус организма у больных хронической почечной недостаточностью, находящихся на гемодиализе //Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4.) URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9973> (дата обращения: 29.09.2025).
- Benyo DF, Conrad KP. Expression of the erythropoietin receptor by trophoblast cells in the human placenta. *Biol Reprod*. 1999; 60(4): 861-870. doi: 10.1095/biolreprod60.4.861
- Fandrey J. Oxygen-dependent and tissue-specific regulation of erythropoietin gene expression. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2004; 286(6): R977-R988. doi: 10.1152/ajpregu.00577.2003

10. Aplin JD, Jones CJP. Cell dynamics in human villous trophoblast. *Hum Reprod Update*. 2021; 27(5): 904-922. doi: 10.1093/humupd/dmab015
11. Kim MJ, Bogic L, Cheung CY, Brace RA. Expression of erythropoietin mRNA, protein and receptor in ovine fetal membranes. *Placenta*. 2001; 22(10): 846-851. doi:10.1053/plac.2001.0730
12. Brines M, Cerami A. Erythropoietin-mediated tissue protection: reducing collateral damage from the primary injury response. *J Intern Med*. 2008; 264(5): 405-432. doi: 10.1111/j.1365-2796.2008.02024.x
13. Jain V, Lim M, Longo M, Fisk NM. Inhibitory effect of erythropoietin on contractility of human chorionic plate vessels. *Am J Obstet Gynecol*. 2006; 194(1): 246. doi:10.1016/j.ajog.2005.05.037
14. Beleslin-Čokić BB, Cokić VP, Wang L, Piknova B, Teng R, Schechter AN, Noguchi CT. Erythropoietin and hypoxia increase erythropoietin receptor and nitric oxide levels in lung microvascular endothelial cells. *Cytokine*. 2011; 54(2): 129-135. doi:10.1016/j.cyto.2011.01.015
15. Broxmeyer HE. Erythropoietin surprises: an immune saga. *Immunity*. 2011; 34(1): 6-7. doi: 10.1016/j.immuni.2011.01.004
16. Choi D, Schroer SA, Lu SY, Wang L, Wu X, Liu Y, et al. Erythropoietin protects against diabetes through direct effects on pancreatic beta cells. *J Exp Med*. 2010; 207(13): 2831-2842. doi:10.1084/jem.20100665
17. Lykov AP, Surovtseva MA, Poveshchenko OV, Bondarenko NA., Kim II., Yankaite EV. Anti-oxidant effect of erythropoietin. *Modern problems of science and education*. 2018; 6. Russian (Лыков А.П., Суворцева М.А., Повещенко О.В., Бондаренко Н.А., Ким И.И., Янкайте Е.В. Антиоксидантный эффект эритропоэтина //Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6.) URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28201> (дата обращения: 26.10.2025).
18. Zhang S, Shi B. Erythropoietin modification enhances the protection of mesenchymal stem cells on diabetic rat-derived Schwann cells implications for diabetic neuropathy. *BioMed. Res. Int*. 2017; 2017: 352858. doi: 10.1155/2017/6352858
19. Ishchenko LS, Voropaeva EE, Kazachkova EA, Kazachkov EL, Shamaeva TN, Ishchenko YuS. Erythropoietin as a predictor of extremely severe course of new coronavirus infection COVID-19 in pregnant women. *Yakut medical journal*. 2024; 2(86): 59-63. Russian (Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л., Шамаева Т.Н., Ищенко Ю.С. Эритропоэтин как предиктор крайне тяжелого течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 у беременных женщин // Якутский медицинский журнал. 2024. № 2. С. 59-63.) doi: 10.25789/УМЖ.2024.86.14
20. Certificate of state registration of computer program № 2024660927 Russian Federation. Calculator for predicting the risk of extremely severe COVID-19 in pregnant women: № 2024616509: declared 02.04.2024: published 14.05.2024 / LS Ishchenko, EE Voropaeva, EA Kazachkova, EL Kazachkov. Russian (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660927 Российская Федерация. Калькулятор прогнозирования риска крайне тяжелого течения COVID-19 у беременных женщин: № 2024616509: заявл. 02.04.2024: опубл. 14.05.2024 /Л.С. Ищенко, Е.Е. Воропаева, Э.А. Казачкова, Е.Л. Казачков.)
21. Pell R, Oien K, Robinson M, Pitman H, Rajpoot N, Rittscher J, et al. The use of digital pathology and image analysis in clinical trials. *J Pathol Clin Res*. 2019; 5(2): 81-90. doi: 10.1002/cjp2.127
22. Sokolov DI. Vasculogenesis and angiogenesis in development of a placenta. *Journal of obstetrics and women's diseases*. 2007; 3: 129-133. Russian (Соколов Д.И. Васкулогенез и ангиогенез в развитии плаценты //Журнал акушерства и женских болезней. 2007. № 3. С. 129-133.)
23. Qin LY, Lin X, Liu J, Dong R, Yuan J, Zha Y. The combination of vitamin D3 and erythropoietin alleviates acute kidney injury induced by ischemia-reperfusion via inhibiting inflammation and apoptosis *Iran J Basic Med Sci*. 2021; 24(2): 167-174. doi: 10.22038/IJBMS.2020.51384.11661
24. Shatunova PO, Bykov AS, Svitich OA, Zverev VV. Angiotensin-converting enzyme 2. Approaches to pathogenetic therapy of COVID-19. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*. 2020; 97(4): 339-345. Russian (Шатунова П.О., Быков А.С., Свитич О.А., Зверев В.В. Ангиотензинпревращающий фермент 2. Подходы к патогенетической терапии COVID-19 //Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2020. Т. 97, № 4. С. 339-345.) doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-4-6
25. Bharadwaj MS, Strawn WB, Groban L, Yamaleyeva LM, Chappell MC, Horta C, et al. Angiotensin-converting enzyme 2 deficiency is associated with impaired gestational weight gain and fetal growth restriction. *Hypertension*. 2011; 58(5): 852-858. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.179358
26. Yamaleyeva LM, Pulgar VM, Lindsey SH, Yamane L, Varagic J, McGee C, et al. Uterine artery dysfunction in pregnant ACE2 knockout mice is associated with placental hypoxia and reduced umbilical blood flow velocity. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2015; 309(1): E84-E94. doi: 10.1152/ajpendo.00596.2014
27. Shchegolev AI, Tumanova UN, Serov VN. Placental lesions in pregnant women with SARS-CoV-2 infection. *Obstetrics and Gynecology*. 2020; 12: 44-52. Russian (Щеголев А.И., Туманова У.Н., Серов В.Н. Поражения плаценты у беременных с SARS-CoV-2-инфекцией //Акушерство и гинекология. 2020. № 12. С. 44-52.) doi: 10.18565/aig.2020.12.44-52
28. Ishchenko LS, Voropaeva EE, Kazachkov EL, Kazachkova EA, Kholopova AYU, Khaidukova YuV, Shamaeva TN. Features of placental damage in patients with perinatal losses during premature birth and acute COVID-19. *Yakut medical journal*. 2024; 4(88): 76-79. Russian (Ищенко Л.С., Воропаева Е.Е., Казачков Е.Л., Казачкова Э.А., Холопова А.Ю., Хайдукова Ю.В., Шамаева Т.Н. Особенности плацентарных повреждений у пациенток с перинатальными потерями при преждевременных родах и остром COVID-19 //Якутский медицинский журнал. 2024. № 4(88). С. 76-79.) doi: 10.25789/УМЖ.2024.88.18
29. Voropaeva EE, Khaidukova YuV, Kazachkova EA, Kazachkov EL, Shamaeva TN, Aliyeva AA, et al. Perinatal outcomes and morphological examination of placentas in pregnant women with critical lung lesions in new COVID-19 coronavirus infection. *Ural medical journal*. 2023; 22(2): 109-121. Russian (Воропаева Е.Е., Хайдукова Ю.В., Казачкова Э.А., Казачков Е.Л.,

Шамаева Т.Н., Алиева А.А., и др. Перинатальные исходы и результаты морфологического исследования плацент у беременных с критическим поражением легких при новой коронавирусной инфекции COVID-19 //Уральский медицинский журнал. 2023. Т. 22, № 2. С. 109-121.) doi: 10.52420/2071-5943-2023-22-2-109-121

30. Osikov MV, Akhmatov VYu, Telesheva LF, Fedosov AA, Ageev Yul, Surovyatkina LG. Pleiotropic effects of erythropoietin in chronic renal failure. *Fundamental research*. 2013; 7(Pt 1): 218-224. Russian (Осиков М.В., Ахматов В.Ю., Телешева Л.Ф., Федосов А.А., Агеев Ю.И., Суровяткина Л.Г. Плейотропные эффекты эритропоэтина при хронической почечной недостаточности //Фундаментальные исследования. 2013. № 7-1. С. 218-224.)

#### Сведения об авторах:

ИЩЕНКО Людмила Станиславовна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры акушерства и гинекологии, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: lyudalyn@mail.ru

ВОРОПАЕВА Екатерина Евгеньевна, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры патологической анатомии и судебной медицины, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: katya\_voropaeva@mail.ru

КАЗАЧКОВА Элла Алексеевна, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры акушерства и гинекологии, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: doctorkel@narod.ru

КАЗАЧКОВ Евгений Леонидович, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой патологической анатомии и судебной медицины им. проф. В.Л. Коваленко, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: doctorkel@narod.ru

ХОЛОПОВА Анна Юрьевна, аспирант кафедры патологической анатомии и судебной медицины им. проф. В.Л. Коваленко, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, г. Челябинск, Россия. E-mail: cherry\_lady33@mail.ru

#### Information about authors:

ISHCHENKO Lyudmila Stanislavovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of obstetrics and gynecology, South Ural State Medical, Chelyabinsk, Russia. E-mail: lyudalyn@mail.ru

VOROPAeva Ekaterina Evgenievna, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of pathological anatomy and forensic medicine named after prof. V.L. Kovalenko, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: katya\_voropaeva@mail.ru

KAZACHKOVA Ella Alekseevna, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of obstetrics and gynecology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: doctorkel@narod.ru

KAZACHKOV Evgeny Leonidovich, doctor in medical sciences, professor, head of the department of pathological anatomy and forensic medicine named after prof. V.L. Kovalenko, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: doctorkel@narod.ru

KHOLOPOVA Anna Yurievna, postgraduate student of the department of pathological anatomy and forensic medicine named after prof. V.L. Kovalenko, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: cherry\_lady33@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ИЩЕНКО Людмила Станиславовна, 454141, г. Челябинск, ул. Воровского, д. 64, ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России  
Тел: 8 (3512) 40-20-20 E-mail: lyudalyn@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Голиков Р.А., Ликонцева Ю.С. ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА РИСК ЗДОРОВЬЮ ЖИТЕЛЕЙ НОВОКУЗНЕЦКА // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 38-43.

**Кислицына В.В., Суржиков Д.В., Голиков Р.А., Ликонцева Ю.С.**

НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,  
г. Новокузнецк, Россия



## ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА РИСК ЗДОРОВЬЮ ЖИТЕЛЕЙ НОВОКУЗНЕЦКА

**Цель исследования** – на основе оценки риска определить влияние химического загрязнения питьевой воды на здоровье жителей Новокузнецка.

**Материалы и методы.** Исследование проведено в крупном промышленном центре Кемеровской области – городе Новокузнецке. Проанализированы среднегодовые концентрации 18 химических примесей в питьевой воде за 2021-2023 гг. Рассчитаны неканцерогенные и индивидуальные канцерогенные риски для здоровья населения.

**Результаты.** Средние концентрации изученных химических примесей в водопроводной воде города не превышают гигиенические нормативы. Неканцерогенный риск находится на минимальном уровне, все коэффициенты опасности при хроническом пероральном поступлении веществ не превышают 0,1. Максимальный вклад (39,1%) в формирование неканцерогенного риска вносит хлороформ (HQ составил 0,086). Основными критическими органами и системами потребителей являются кровь (HI равен 0,16), центральная нервная система (HI = 0,10), почки (HI = 0,097). Приоритетными примесями, оказывающими воздействие на кровь, являются марганец, нитраты и хлороформ; на центральную нервную систему – марганец и хлороформ; на почки – хлороформ и кадмий. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск (CR) составил  $1,44 \times 10^{-5}$ , что превышает приемлемый уровень ( $1 \times 10^{-5}$ ). Основной вклад в формирование этого типа риска вносят бромдихлорметан (44,2%), хлороформ (36,3%), дибромхлорметан (10,0%), кадмий (7,5%).

**Заключение.** Содержание в водопроводной воде соединений хлора определяет формирование канцерогенного риска для здоровья потребителей даже при концентрациях химических примесей на уровне ниже установленных гигиенических нормативов.

**Ключевые слова:** риски для здоровья; питьевая вода; химические примеси; централизованная система водоснабжения; промышленный город

**Kislitsyna V.V., Surzhikov D.V., Golikov R.A., Likontseva Yu.S.**

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

### THE IMPACT OF CHEMICAL IMPURITIES IN DRINKING WATER ON THE HEALTH RISK OF NOVOKUZNETSK RESIDENTS

**The aim of the study** is to determine, based on risk assessment, the impact of chemical contamination of drinking water on the health of Novokuznetsk residents.

**Materials and methods.** The study was conducted in a large industrial center of the Kemerovo region – the city of Novokuznetsk. Average annual concentrations of 18 chemical impurities in drinking water for 2021-2023 were analyzed. Non-carcinogenic and individual carcinogenic risks to public health were calculated.

**Results.** The average concentrations of the studied chemical impurities in the city's tap water do not exceed hygienic standards. Non-carcinogenic risk is at a minimum level, all hazard coefficients for chronic peroral intake of substances do not exceed 0.1. The maximum contribution (39.1%) to the formation of non-carcinogenic risk is made by chloroform (HQ was 0.086). The main crucial organs and systems of consumers are blood (HI is 0.16), central nervous system (HI = 0.10), kidneys (HI = 0.097). The priority impurities affecting the blood are manganese, nitrates and chloroform; manganese and chloroform influence on the central nervous system, and chloroform and cadmium – on the kidneys. The total individual carcinogenic risk (CR) was  $1.44 \times 10^{-5}$ , which exceeds the acceptable level ( $1 \times 10^{-5}$ ). The main contribution to the formation of this type of risk is made by bromodichloromethane (44.2%), chloroform (36.3%), dibromochloromethane (10.0%), cadmium (7.5%).

**Conclusion.** The content of chlorine compounds in tap water determines the formation of a carcinogenic risk to the health of consumers even at the concentrations of chemical impurities below established hygienic standards.

**Key words:** health risks; drinking water; chemical impurities; centralized water supply system; industrial city

**В**ажнейшим фактором среды обитания, влияющим на здоровье населения, является качество водопроводной воды, поступающей потребителям их централизованных сетей водоснабжения. Обеспе-

чение населения физиологически полноценной питьевой водой остается актуальной проблемой во многих регионах России [1]. Безопасность и качество водопроводной воды определяют такие факто-

ры, как санитарно-гигиеническое состояние поверхностных и подземных водоисточников и места водозабора; эффективность работы гидротехнических сооружений по забору и очистке воды; санитарно-техническая характеристика водопроводных распределительных сетей и резервуаров для хранения воды. Особое значение в обеспечении населения качественной питьевой водой также имеет организация контроля за ее состоянием, способного эффективно управлять всеми объектами системы централизованного питьевого водоснабжения [2].

Зачастую состояние воды не соответствует гигиеническим требованиям, так как водоисточники, особенно поверхностные, подвергаются интенсивному антропогенному загрязнению; водопроводные сооружения характеризуются недостаточной эффективностью и надежностью работы; несвоевременно осуществляются их ремонты; нередко используются устаревшие технологии водоподготовки. Все перечисленные факторы определяют необходимость улучшения очистки сбрасываемых в водоемы промышленных и бытовых сточных вод; внедрения современных технологий подготовки питьевой воды; усиления надзорных мер и совершенствования водного законодательства [3].

Кроме того, технологический процесс обработки и хранения питьевой воды предполагает внесение химических веществ для улучшения ее качества. Основным методом обеспечения безопасности водопроводной воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения остается ее химическое обеззараживание на основе применения хлорсодержащих соединений. Загрязнение питьевой воды химическими веществами способно оказывать как немедленное воздействие на здоровье, так и представлять опасность при длительной экспозиции [4, 5]. Показан вклад загрязнителей водопроводной воды в развитие хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта, нервной и эндокринной систем, формирование онкопатологии [6]. Поэтому актуальной гигиенической проблемой является оценка риска здоровью потребителей от воздействия химических загрязнителей питьевой воды.

**Цель исследования** – на основе оценки риска определить влияние химического загрязнения питьевой воды на здоровье населения Новокузнецка.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в городе Новокузнецке Кемеровской области, который является крупным центром черной и цветной металлургии, угледобычи, теплоэнергетики, строительства, определяющих техногенное загрязнение источников питьевой воды.

Поверхностная вода в систему водоснабжения Новокузнецка поступает из реки Томи. Вода характеризуется как «загрязненная», класс качества 3«А». Основными загрязнителями являются железо общее, марганец и фенолы летучие [7]. Забор речной воды осуществляется Драгунским и Левобережным ковшевыми водозаборами. Для очистки

речной воды производится ее смешение с реагентами, отстаивание в осветлителях, фильтрование, обеззараживание с использованием хлора и гипохлорита натрия. Доля поверхностной воды в системе водоснабжения города составляет 60%. Удельный вес подземной воды в системе водоснабжения города составляет 40%. Скважины глубиной 15-20 метров расположены на двух площадках. Вода подземных источников соответствует гигиеническим нормативам по качеству, характеризуется низкой жесткостью воды и сбалансированным химическим составом, поэтому проводится ее обеззараживание без дополнительной очистки.

При подаче потребителям происходит смешивание подземной воды и воды из поверхностного источника. В жилой сектор и на промышленные предприятия вся питьевая вода подается по сложной системе трубопроводов, включающей 900 км водопроводных сетей, 100 насосных станций, 36 резервуаров чистой воды общим объемом 60 тыс. м<sup>3</sup>. Среднесуточное потребление питьевой воды населением Новокузнецка составляет 210-270 тыс. м<sup>3</sup>/сутки [8]. Питьевой водой, соответствующей гигиеническим требованиям, обеспечено 97,3% населения города, условно доброкачественной водой – 2,6% [7].

Контроль качества питьевой воды в Новокузнецке осуществляется филиалом ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области – Кузбассе» в городе Новокузнецке и Новокузнецком районе. В оценку риска для здоровья населения от потребления водопроводной воды были включены 18 веществ по данным 2021-2023 гг. Всего за три года было пранализировано по каждому веществу от 86 (сульфаты) до 1559 (железо) проб на содержание в водопроводной воде. Доля проб питьевой воды из сети водоснабжения города, не соответствующая гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2021 г. составила 0,3%, в 2022 г. – 3,3%, в 2023 г. – 1,1%. Органолептические показатели качества питьевой воды централизованного водоснабжения (запах, привкус, цветность, окраска, мутность) соответствовали нормативу. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ определялись в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [9].

Для оценки риска здоровью населения, связанного с загрязнением питьевой воды в Новокузнецке, использовались средние концентрации загрязняющих веществ, рассчитанные из среднегодовых концентраций за период 2021-2023 гг. Определялись неканцерогенный и индивидуальный канцерогенный риски согласно Руководству 2.1.10.3968-23 [10]. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициентов опасности (НО). Коэффициент опасности загрязняющего вещества в водопроводной воде зависит от средней концентрации загрязнителя в водной среде, референтной дозы данного загрязнителя при хроническом пероральном воздействии, суточного объема потребляемой воды (2 литра) и веса взрослого индивидуума (70 кг).

Риск развития неканцерогенных эффектов при одновременном поступлении нескольких веществ пероральным путем с воздействием на критические органы и системы проводится на основе расчета индекса опасности (HI). Индивидуальный канцерогенный риск (CR) зависит от средней концентрации канцерогена в водной среде, фактора канцерогенного потенциала загрязнителя при пероральном пути поступления, суточного объема потребления воды (2 литра) и веса среднего индивидуума (70 кг).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В таблице 1 приведены средние концентрации химических примесей в водопроводной воде Новокузнецка за период 2021-2023 гг.

Средние концентрации загрязняющих веществ в водопроводной воде города не превышают установленные гигиенические нормативы. Наибольшие доли ПДК выявлены у хлороформа (0,5 долей ПДК), железа (0,15 долей ПДК), бромдихлорметана (0,12 ПДК). Максимальным абсолютным значением характеризуется содержание в водопроводной воде Новокузнецка сульфатов – 20,17 мг/л.

Рассчитанные коэффициенты опасности (HQ) от влияния хронического перорального поступления химических примесей питьевой воды представлены в таблице 2.

Неканцерогенный риск, связанный с загрязнением водопроводной воды в Новокузнецке, находится на минимальном уровне, все рассчитанные коэффициенты опасности при хроническом пероральном поступлении токсикантов не превышают 0,1. Наибольшими коэффициентами опасности характе-

ризуются хлороформ (HQ = 0,086), нитраты (HQ = 0,047), фториды (HQ = 0,043), марганец (HQ = 0,017). Вклад хлороформа в суммарный показатель составил 39,1%, нитратов – 21,4%, фторидов – 19,5%, марганца – 7,7%, кадмия – 2,7%, бромдихлорметана – 2,3%.

Также были определены индексы опасности (HI) по отдельным органам и системам организма, наиболее подверженным воздействию загрязняющих примесей воды (табл. 3).

Основными критическими органами и системами жителей Новокузнецка, потребляющих водопроводную воду, являются кровь (HI равен 0,16), центральная нервная система (HI = 0,10), почки (HI = 0,097), печень (HI = 0,095), гормональная система (HI = 0,09), сердечно-сосудистая система (HI = 0,05). Такие значения индексов опасности находятся на минимальном уровне. Приоритетными примесями, оказывающими воздействие на кровь, являются марганец, нитраты и хлороформ; на центральную нервную систему – марганец и хлороформ; на почки и гормональную систему – хлороформ и кадмий; на печень – хлороформ и бромдихлорметан; на сердечно-сосудистую систему – нитраты.

Полученные значения индивидуального канцерогенного риска (CR) для здоровья населения, определяемого влиянием загрязнителей питьевой воды в Новокузнецке, представлены в таблице 4.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск, связанный с загрязнением питьевой воды в г. Новокузнецке, составил  $1,44 \times 10^{-5}$ , что превышает значение приемлемого риска канцерогенных эффектов при потреблении водопроводной воды, равное  $1 \times 10^{-5}$ . Основной вклад в формирование

Таблица 1  
Средние концентрации химических примесей в водопроводной воде Новокузнецка  
Table 1  
Average concentrations of chemical impurities in tap water in Novokuznetsk

Химическая примесь	Средняя концентрация, мг/л	ПДК, мг/л	Доля ПДК
Нитриты	0,003	3,0	0,001
Железо	0,045	0,3	0,15
Медь	0,002	1,0	0,002
Нитраты	2,63	45,0	0,06
Цинк	0,008	5,0	0,0017
Марганец	0,003	0,1	0,03
Алюминий	0,004	0,2	0,02
Бор	0,0045	0,5	0,009
Никель	0,00012	0,02	0,006
Свинец	0,00006	0,01	0,006
Фториды	0,09	1,5	0,06
Хлороформ	0,03	0,06	0,5
Бромдихлорметан	0,0036	0,03	0,12
Дибромхлорметан	0,0006	0,03	0,02
Сульфаты	20,17	500,0	0,04
Хлориды	8,30	350,0	0,02
Бенз(а)пирен	0,000001	0,00001	0,1
Кадмий	0,0001	0,001	0,1

Примечание: ПДК – предельно допустимая концентрация.

Note: MPC – permissible concentration.

Таблица 2  
 Коэффициенты опасности от влияния химических примесей водопроводной воды  
 Table 2  
 Hazard quotients due to the influence of chemical impurities in tap water

Химическая примесь	Коэффициент опасности	Вклад в суммарный показатель, %
Нитриты	0,0009	0,4
Железо	0,004	1,8
Медь	0,003	1,4
Нитраты	0,047	21,4
Цинк	0,0008	0,4
Марганец	0,017	7,7
Алюминий	0,0001	0,05
Бор	0,0014	0,64
Никель	0,0002	0,09
Свинец	0,0005	0,23
Фториды	0,043	19,5
Хлороформ	0,086	39,1
Бромдихлорметан	0,005	2,3
Дибромхлорметан	0,0009	0,4
Бенз(а)пирен	0,0001	0,05
Кадмий	0,006	2,7
Суммарно 0,22		100,0

Таблица 3  
 Индексы опасности по отдельным органам и системам организма  
 Table 3  
 Hazard indices by individual body organs and systems

Органы и системы	Индекс опасности	Примеси, определяющие индекс опасности
Кровь	0,16	Марганец, нитраты, хлороформ, нитриты, железо, цинк, никель, свинец
Слизистые	0,04	Железо
Кожа	0,004	Железо
Иммунная система	0,004	Железо
Желудочно-кишечный тракт	0,005	Медь, бор, никель
Печень	0,095	Хлороформ, бромдихлорметан, медь, никель, дибромхлорметан
Сердечно-сосудистая система	0,05	Нитраты, никель
Центральная нервная система	0,10	Марганец, хлороформ, алюминий, свинец
Репродуктивная система	0,0019	Бор, свинец
Развитие	0,002	Бор, свинец, бенз(а)пирен
Зубы	0,043	Фториды
Костная система	0,043	Фториды
Почки	0,097	Хлороформ, бромдихлорметан, кадмий
Гормональная система	0,09	Хлороформ, свинец, кадмий
Масса тела	0,0002	Никель

Таблица 4  
 Индивидуальный канцерогенный риск для здоровья  
 Table 4  
 Individual carcinogenic risk to health

Химическая примесь	Индивидуальный канцерогенный риск	Вклад в суммарный риск, %
Свинец	$8,06 \times 10^{-8}$	0,6
Хлороформ	$5,23 \times 10^{-6}$	36,3
Бромдихлорметан	$6,38 \times 10^{-6}$	44,2
Дибромхлорметан	$1,44 \times 10^{-6}$	10,0
Бенз(а)пирен	$2,09 \times 10^{-7}$	1,4
Кадмий	$1,09 \times 10^{-6}$	7,5
Суммарный индивидуальный канцерогенный риск	$1,44 \times 10^{-5}$	100,0

суммарного индивидуального канцерогенного риска вносят бромдихлорметан (44,2%), хлороформ (36,3%), дибромхлорметан (10,0%), кадмий (7,5%).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ состояния водопроводной воды Новокузнецка показал, что средние концентрации всех химических примесей не превышают гигиенические нормативы за период 2021-2023 гг. При этом выявлено, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск превышает приемлемый уровень при хроническом пероральном поступлении веществ. Содержание в водопроводной воде соединений хло-

ра определяет формирование канцерогенного риска для здоровья потребителей даже при концентрациях этих химических примесей на уровне ниже установленных гигиенических нормативов. Для снижения канцерогенного риска, обусловленного содержанием в воде хлорсодержащих веществ, рекомендуется внедрение современных технологий водоподготовки.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Slesarev VI. Water: a substance with unique properties. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 101(1): 19-24. Russian (Слесарев В.И. Вода – вещество с уникальными свойствами //Гигиена и санитария. 2021. Т. 101, № 1. С. 19-24.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-1-19-24
2. Rakhmanin YuA, Onishchenko GG. Hygienic assessment of drinking water supply of the population of the Russian Federation: problems and the way their rational decision. *Hygiene and Sanitation*. 2022; 101(10): 1158-1166. Russian (Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г. Гигиеническая оценка питьевого водообеспечения населения Российской Федерации: проблемы и пути рационального их решения //Гигиена и санитария. 2022. Т. 101, № 10. С. 1158-1166.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1158-1166
3. Rakhmanin YuA, Rosental OM. On elevating the reliability of the hygienic assessment of water quality of natural sources of drinking water supply. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(11): 1198-1202. Russian (Рахманин Ю.А., Розенталь О.М. О повышении достоверности гигиенической оценки качества воды природных источников питьевого водоснабжения //Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 11. С. 1198-1202.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-11-1198-1202
4. Marchenko BI, Zhuravlev PV, Plugotarenko NK, Yuhno AI. Assessment of carcinogenic risk from exposure to chlororganic compounds of water of systems of centralized water supply. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(2): 99-110. Russian (Марченко Б.И., Журавлев П.В., Плуготаренко Н.К., Юхно А.И. Оценка канцерогенного риска от воздействия хлорорганических соединений в воде систем централизованного водоснабжения //Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 2. С. 99-110.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-2-99-110
5. Khasanova AA, Chetverkina KV, Markovich NI. Determination of priority chemicals of water from centralized supply systems for monitoring water safety. *Hygiene and Sanitation*. 2021; 100(5): 428-435. Russian (Хасанова А.А., Четверкина К.В., Маркович Н.И. Определение приоритетных химических веществ для контроля безопасности воды централизованных сетей водоснабжения //Гигиена и санитария. 2021. Т. 100, № 5. С. 428-435.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-5-428-435
6. Sazonova OV, Sergeev AK, Chupakhina LV, Ryazanova TK, Sudakova TV. Analyzing health risks caused by contaminated drinking water (experience gained in Samara region). *Health Risk Analysis*. 2021; (2): 41-51. Russian (Сазонова О.В., Сергеев А.К., Чупахина Л.В., Рязанова Т.К., Судакова Т.В. Анализ риска здоровью населения, обусловленного загрязнением питьевой воды (опыт Самарской области) //Анализ риска здоровью. 2021. № 2. С. 41-51.) doi: 10.21668/health.risk/2021.2.04
7. Ministry of Natural Resources and Ecology of Kuzbass. Report on the state and protection of the environment of the Kemerovo region - Kuzbass in 2023; 2024. Russian (Министерство природных ресурсов и экологии Кузбасса. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2023 году; 2024.) Available at: [https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2024/04/Doklad\\_zh\\_2023.pdf](https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2024/04/Doklad_zh_2023.pdf) (accessed 18.09.2025)
8. Novokuznetsk vodokanal. Production cycle of water supply and sanitation. Russian (Новокузнецкий водоканал. Производственный цикл водоснабжения и водоотведения). Available at: [https://www.vdk.ru/about/proizvodstvennyy\\_tsikl\\_viv/](https://www.vdk.ru/about/proizvodstvennyy_tsikl_viv/) (accessed 18.09.2025)
9. SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans". М., 2021. 465 p. Russian (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., 2021. 465 с.)
10. Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals polluting the environment «R 2.1.10.3968-23». М.: Federal Service for Surveillance in Healthcare, 2023. 203 p. Russian (Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания: Р 2.1.10.3968-23. М.: Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения, 2023. 203 с.)

### Сведения об авторах:

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: [ecologia\\_nie@mail.ru](mailto:ecologia_nie@mail.ru)

### Information about authors:

KISLITSYNA Vera Victorovna, candidate of medical sciences, leading researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: [ecologia\\_nie@mail.ru](mailto:ecologia_nie@mail.ru)

СУРЖИКОВ Дмитрий Вячеславович, доктор биологических наук, доцент, заведующий лабораторией экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

ГОЛИКОВ Роман Анатольевич, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

ЛИКОНЦЕВА Юлия Сергеевна, научный сотрудник лаборатории экологии человека и гигиены окружающей среды, ФГБНУ НИИ КППГЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

SURZHNIKOV Dmitry Vyacheslavovich, doctor of biological sciences, docent, head of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

GOLIKOV Roman Anatolyevich, candidate of medical sciences, senior researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

LIKONTSEVA Yuliya Sergeevna, researcher of the human ecology and environmental health laboratory, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, 654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23, ФГБНУ НИИ КППГЗ  
Тел: 8 (3843) 79-65-49 E-mail: ecologia\_nie@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Мулерова Т.А., Морозова Н.И., Алексеева Н.С., Мулерова Е.З., Огарков М.Ю. ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ У НАСЕЛЕНИЯ ГОРНОЙ ШОРИИ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 44-51.

**Мулерова Т.А., Морозова Н.И., Алексеева Н.С., Мулерова Е.З., Огарков М.Ю.**

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,  
г. Новокузнецк, Россия,  
Кемеровский государственный медицинский университет,  
г. Кемерово, Россия



## ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ У НАСЕЛЕНИЯ ГОРНОЙ ШОРИИ

**Цель исследования** – оценить прогностическую ценность клинико-генетических маркеров в отношении эффективности медикаментозной терапии пациентов с артериальной гипертензией среди населения Горной Шории.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовала популяция жителей Горной Шории с артериальной гипертензией (АГ): 367 (40,7%) шорцев и 230 (45,3%) некоренных жителей. Врачебный осмотр осуществлялся в экспедиционных условиях по стандартным методикам. Исходя из схемы лечения, сформированы 6 групп наблюдения: монотерапии блокаторами ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) (35 человек), монотерапии блокаторами кальциевых каналов (БКК) (38 человек), монотерапии диуретиком (41 человек), комбинации блокаторов РААС с БКК (165 человек), комбинации блокаторов РААС с тиазидоподобным диуретиком (203 человека), трехкомпонентной комбинации (48 человек). Полиморфизмы генов *ACE* (rs4340), *AGT* (rs699), *AGTR1* (rs5186), *MTHFR* (rs1801133) и *NOS3* (VNTR) тестировали с помощью полимеразной цепной реакции. Комплексную оценку факторов риска проводили с помощью построения многофакторной логистической регрессии в статистической среде R (v.4.3.2, лицензия GNU GPL2).

**Результаты.** Принадлежность к коренному этносу, независимо от других факторов риска и применяемой терапии, снижала эффективность антигипертензивной терапии в 1,8 раз [ОШ = 0,56; 95% ДИ (0,36-0,87),  $p = 0,011$ ], наличие абдоминального ожирения – в 1,6 раз [ОШ = 0,61; 95% ДИ (0,38-0,98),  $p = 0,043$ ]. У пациентов с АГ и ожирением установлено негативное влияние генотипа I/I гена *ACE* на эффективность антигипертензивной терапии [ОШ = 0,15; 95% ДИ (0,03-0,53),  $p = 0,006$ ]. Напротив, носительство гомозиготного генотипа A/A гена *AGTR1* увеличивало шансы на положительный исход терапии, но только у лиц некоренной национальности [ОШ = 4,30; 95% ДИ (1,54-12,8),  $p = 0,007$ ].

**Заключение.** Фармакологический ответ на лекарственные препараты формируется под влиянием различных фенотипических и генетических факторов, вносящих свой вклад через различные точки приложения.

**Ключевые слова:** антигипертензивная терапия; многофакторный анализ; полиморфизм генов-кандидатов; этнос; прогнозирование эффективности терапии

**Mulerova T.A., Morozova N.I., Alekseeva N.S., Mulerova E.Z., Ogarkov M.Yu.**

Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia,  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

### POSSIBILITIES OF PREDICTING THE EFFECTIVENESS OF ANTIHYPERTENSIVE THERAPY IN THE POPULATION OF MOUNTAIN SHORIA

**The aim of the research** – to evaluate the prognostic value of clinical and genetic markers in relation to the effectiveness of drug therapy in patients with arterial hypertension among the population of Mountain Shoria.

**Materials and methods.** The study involved a population of residents of Mountain Shoria with arterial hypertension (AH): 367 (40.7%) Shors and 230 (45.3%) non-natives. Medical examination was carried out in expeditionary conditions using standard methods. Based on the treatment regimen, 6 observation groups were formed: monotherapy with renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) blockers (35 people), monotherapy with calcium channel blockers (CCB) (38 people), diuretic monotherapy (41 people), a combination of RAAS blockers with CCB (165 people), a combination of RAAS blockers with a thiazide-like diuretic (203 people), a three-component combination (48 people). Polymorphisms of the *ACE* (rs4340), *AGT* (rs699), *AGTR1* (rs5186), *MTHFR* (rs1801133) and *NOS3* (VNTR) genes were tested using polymerase chain reaction. A comprehensive assessment of risk factors was performed using multivariate logistic regression in the R statistical environment (v.4.3.2, GNU GPL2 license).

**Results.** Belonging to the indigenous ethnic group, regardless of other risk factors and the therapy used, reduced the effectiveness of antihypertensive therapy by 1.8 times [OR = 0.56; 95% CI (0.36-0.87),  $p = 0.011$ ], the presence of abdominal obesity – by 1.6 times [OR = 0.61; 95% CI (0.38-0.98),  $p = 0.043$ ]. In patients with hypertension and obesity, a negative effect of the I/I genotype of the

ACE gene on the effectiveness of antihypertensive therapy was found [OR = 0.15; 95% CI (0.03-0.53), p = 0.006]. On the contrary, carriage of the homozygous A/A genotype of the AGTR1 gene increased the chances of a positive outcome of therapy, but only in individuals of non-indigenous ethnicity [OR = 4.30; 95% CI (1.54-12.8), p = 0.007].

**Conclusion.** The pharmacological response to drugs is influenced by various phenotypic and genetic factors that contribute through different points of application.

**Key words:** antihypertensive therapy; multivariate analysis; candidate gene polymorphism; ethnoscience; prediction of therapy effectiveness

В настоящее время доказано, что основным инструментом снижения сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности у пациентов с артериальной гипертензией (АГ) является достижение и поддержание целевого уровня артериального давления (АД) [1]. При этом, несмотря на интенсивные меры вторичной профилактики данного заболевания, распространенной в последние годы проблема неконтролируемой АГ становится все более. Результаты исследования ЭССЕ-РФ3 демонстрируют, что в российской популяции эффективность лечения составляет 44%, а контроля АД на фоне постоянной антигипертензивной терапии достигают только 28% больных [2]. По данным анализа, проведенного NCD collaboration в 2019 г., лишь 23% женщин и 18% мужчин, контролируют свой уровень АД [3].

Сложность достижения контроля АГ обусловлена целым комплексом причин, в том числе воздействием различных факторов, снижающих эффективность антигипертензивных средств. Одной из главных проблем в лечении пациентов с АГ является ее высокая коморбидность. Сопутствующие заболевания негативно влияют на течение АГ, увеличивают риск развития осложнений и снижают эффективность лечения [4]. Современный образ жизни, характеризующийся изменениями пищевого поведения, снижением физической активности, способствует росту распространенности ожирения, разнообразных нарушений липидного и углеводного обмена. При этом, наиболее уязвимы к отрицательному влиянию данных факторов риска оказались малые коренные народы, которые на протяжении многих поколений формировали свои хозяйственные и пищевые традиции.

Помимо этого, в фокусе внимания современной медицины находится изучение генетических маркеров, определяющих индивидуальную чувствительность к антигипертензивным препаратам. Различные варианты нуклеотидной последовательности генов могут непосредственно влиять на эффективность терапии за счет изменения фармакокинетики лекарственных средств, а также модификации рецепторов, ферментов, ионных каналов, вовлеченных в патогенетические процессы самого заболевания [5]. На сегодняшний день обсуждается широкий спектр потенциальных генов-кандидатов, полиморфизм которых может в разной степени определять чувствительность к антигипертензивной терапии. Учитывая, что генофонд каждой этнической группы уникален, изучение генетических особенностей малочисленной популяции шорцев может способствовать разработке наиболее эффективных методов медикаментозной терапии АГ, учитывающих генетическую предрасположенность пациентов, и является важным

шагом к индивидуализации фармакотерапии пациентов с АГ.

**Цель** — оценить прогностическую ценность клинико-генетических маркеров в отношении эффективности медикаментозной терапии пациентов с АГ среди населения Горной Шории.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективном этапе исследования участвовала популяция жителей Горной Шории с диагностированной АГ (530 человек) по результатам обследования первого этапа. В данную когорту вошли пациенты, соответствующие следующим критериям: добровольное согласие на участие в исследовании, отсутствие предшествующей медикаментозной терапии АГ и приверженность к регулярному приему назначенной терапии. Этнический состав группы включал: 367 (40,7%) шорцев и 230 (45,3%) некоренных жителей. Обследование пациентов осуществлялось с применением унифицированных методов сбора данных, включающих анкетирование, сбор анамнеза и жалоб, а также физикальное обследование. Диагноз АГ выставлялся в соответствии с действующими на момент проведения исследования рекомендациями ВНОК/РМОАГ (2010 г.). Для оценки антропометрических показателей рассчитывался индекс массы тела (ИМТ) по формуле:  $ИМТ = m/h^2$ , где  $m$  — масса тела в килограммах;  $h^2$  — квадрат длины тела в метрах. Ожирение диагностировали при значении  $ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$ . Критериями абдоминального ожирения считали окружность талии (ОТ)  $\geq 102$  см у мужчин и  $\geq 88$  см у женщин. Клинические характеристики обследованной выборки в зависимости от этнического фактора представлена в таблице 1.

После первичного осмотра, пациентам с АГ врач кардиолог назначал антигипертензивную терапию на основании актуальных рекомендаций ВНОК/РМОАГ. Для обеспечения приверженности лечению и контроля состояния пациентов, местным фельдшером проводились регулярные осмотры каждые 3-4 недели, отслеживая выполнение назначений. Спустя 3 месяца от начала терапии оценивалась ее эффективность, определяемая как нормализация уровня АД ( $< 140/90$  мм рт. ст.).

Группы наблюдения были сформированы исходя из выбранной схемы лечения: монотерапии блокаторами ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) — 6,6% пациентов ( $n = 35$ ), монотерапии блокаторами кальциевых каналов (БКК) — 7,2% ( $n = 38$ ), монотерапии диуретиком — 7,7% ( $n = 41$ ), комбинации блокаторов РААС с БКК — 31,1% ( $n = 165$ ), комбинации блокаторов РААС с

Таблица 1  
Клиническая характеристика пациентов с АГ в зависимости от этнической принадлежности  
Table 1  
Clinical characteristics of patients with hypertension depending on ethnicity

Показатель	Шорцы (n = 319)	Не-шорцы (n = 211)	p
Возраст, лет, M±SD	58,9 ± 12,6	58,7 ± 11,8	0,855
Мужской пол, %	29,8	32,2	0,550
Курение, %	31,4	31,8	0,922
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , M±SD	26,8 ± 5,6	30,6 ± 6,3	0,0001
ИМТ ≥ 30 кг/м <sup>2</sup> , %	28,2	45,5	0,0001
ОТ, см, M±SD	87,6 ± 12,2	96,9 ± 14,6	0,0001
ОТ ≥ 80 см у женщин и ≥ 94 см у мужчин, %	45,5	53,6	0,068
Общий холестерин, ммоль/л, M±SD	5,76 ± 1,23	5,82 ± 1,39	0,665
Холестерин > 5,0 ммоль/л, (%)	73,9	72,5	0,737
ХС-ЛНП, ммоль/л, M±SD	3,47 ± 1,05	3,40 ± 1,02	0,554
ХС-ЛНП > 3,0 ммоль/л, (%)	61,3	65,1	0,459
ХС-ЛВП, ммоль/л, M±SD	1,46 ± 0,56	1,22 ± 0,35	0,0001
ХС-ЛВП < 1,2 ммоль/л у женщин, < 1,0 ммоль/л у мужчин, %	24,0	39,7	0,001
ТГ, ммоль/л, M±SD	1,60 ± 1,16	2,14 ± 1,43	0,0001
ТГ > 1,7 ммоль/л, %	28,9	51,4	0,0001
Глюкоза, ммоль/л, M±SD	5,80 ± 1,76	6,04 ± 1,80	0,174
Повышенный уровень глюкозы плазмы натощак, %	17,6	14,9	0,461
Нарушение толерантности к глюкозе, %	7,3	11,5	0,132
Сахарный диабет, %	14,9	20,1	0,160
ИБС, %	22,9	23,2	0,949

**Примечание (Note):** ИМТ – индекс массы тела (body mass index), ОТ – окружность талии (waist circumference), ОХС – общий холестерин (total cholesterol), ХС-ЛНП – холестерин липопротеинов низкой плотности (low-density lipoprotein cholesterol), ХС-ЛВП – холестерин липопротеинов высокой плотности (high-density lipoprotein cholesterol), ТГ – триглицериды (triglycerides), НТГ – нарушение толерантности к глюкозе (violation of glucose tolerance), СД – сахарный диабет (diabetes mellitus), ИБС – ишемическая болезнь сердца (ischemic heart disease).

тиазидоподобным диуретиком – 38,3% (n = 203) и трехкомпонентной комбинации, включающую блокатор РААС с БКК и диуретиком – 9,1% пациентов (n = 48), соответственно.

Определение полиморфизмов генов-кандидатов проводилось методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (Realtime PCR) (использовали зонды TaqMan, Applied Biosystems). ДНК выделяли методом фенол-хлороформной экстракции, строго следуя протоколу производителя. Исследование включало определение однонуклеотидных полиморфизмов (SNP): *ACE* (I/D, rs4340), *AGT* (c.803T>C, rs699), *AGTR1* (A1166C, rs5186), *eNOS* (VNTR 4b/4a), *MTHFR* (C677T, rs1801133).

Комплексная оценка влияния значимости факторов риска АГ проводилась с использованием многофакторной логистической регрессии, с пошаговым включением переменных в модель. Полученные данные выражали в виде скорректированных отношений шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ), статистическая значимость оценивалась с помощью теста Вальда. Для апостериорного сравнения эффективности различных схем терапии между собой использовались контрасты, реализованные при помощи пакета «Emmeans». Все расчеты выполнялись в статистической среде R (v.4.3.2, лицензия GNU GPL2) при уровне значимости (p) ≤ 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Многофакторный анализ выявил, что принадлежность к коренному этносу является независимым фактором, снижающим эффективность лечения АГ. Даже с учетом влияния других факторов риска и применяемой терапии, пациенты, относящиеся к коренному этносу, имели в 1,8 раз меньше шансов на успешное лечение [ОШ = 0,56; 95% ДИ 0,36-0,87; p = 0,011]. Также установлено, что абдоминальное ожирение в многофакторной модели является независимым фактором риска, уменьшающим эффект от приема антигипертензивной терапии в 1,6 раз [ОШ = 0,61; 95% ДИ (0,38-0,98), p = 0,043].

Кроме этого, результаты исследования демонстрируют, что на выбор оптимальной стратегии лечения у пациентов с АГ существенное влияние оказывало наличие ожирения. Так, у пациентов с нормальным ИМТ наибольшим антигипертензивным эффектом обладала монотерапия блокатором РААС в сравнении с монотерапией БКК [ОШ = 4,68; 95% ДИ (1,19-20,7), p = 0,032]. В то время как у пациентов с ожирением однокомпонентная терапия не показала существенных различий между препаратами (p = 0,236), а наиболее результативной оказалась комбинированная терапия блокатором РААС с диуретиком, значительно превосходящая комбинацию блокатора РААС с БКК по эффективности

[ОШ = 5,93; 95% ДИ (2,11-17,3),  $p < 0,001$ ] (рис. 1).

В дальнейшем, дополнительно с традиционными факторами риска, были рассмотрены генетические факторы. Анализ установил, что у пациентов с АГ и ожирением, носителей генотипа I/I гена *ACE*, вероятность достижения целевого уровня АД значительно ниже (в 6,7 раз) по сравнению с носителями других генетических полиморфизмов [ОШ = 0,15; 95% ДИ (0,03-0,53),  $p = 0,006$ ]. В то время как у лиц некоренной национальности, гомозиготных по аллелю А гена *AGTR1*, наблюдалось четырехкратное увеличение шансов на положительный исход терапии [ОШ = 4,30; 95% ДИ (1,54-12,8),  $p = 0,007$ ] (рис. 2).

Проведенный многофакторный регрессионный анализ позволил разработать две прогностические модели. Обе модели продемонстрировали статистически значимые результаты (LR = 44,5,  $p < 0,001$ ; LR = 51,9,  $p < 0,001$ ). На обучающей выборке были рассчитаны показатели предполагаемой эффективности, а также была проведена валидация моделей с использованием пятикратной перекрестной проверки.

В результате анализа ROC-кривых, полученные модели продемонстрировали умеренную и хорошую прогнозирующие способности: для первой модели – AUC > 0,68, для второй – AUC > 0,74, соответственно.

С целью практического применения разработанных моделей были разработаны скоринговые шкалы. Определение прогностической эффективности медикаментозной терапии для конкретного пациен-

та осуществляется путем суммирования баллов, присвоенных на основании имеющихся у него факторов риска и планируемой терапии. Пороговое значение в 80 баллов означает, что превышение данного порога указывает на высокую вероятность достижения целевых показателей АД, в то время как результат ниже 80 баллов свидетельствует о повышенном риске неэффективного лечения (табл. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Персонализированный подход к фармакотерапии пациентов с АГ, учитывающий индивидуальные особенности каждого пациента, представляется перспективным для повышения эффективности проводимой антигипертензивной терапии. Результаты настоящего исследования демонстрируют, что принадлежность к малой коренной этнической группе, а также наличие абдоминального ожирения у пациентов с АГ, являются независимыми факторами, снижающими результативность антигипертензивной терапии. Анализ данных литературы также подтверждает влияние этнического фактора на эффективность лекарственной терапии. Так, в исследовании Sinnott S.J. и соавт. [6], проведенном на британской популяции, при сравнении терапевтического эффекта лекарственных средств для лечения АГ установлено, что у представителей негроидной расы большей эффективностью обладала группа БКК по сравнению с блокаторами РААС. Кроме того, в другом британском исследовании [7], включавшем более 14 тыс. пациентов с АГ, выявлено, что у афро-

Рисунок 1  
Эффективность антигипертензивной терапии в зависимости от фенотипических признаков и схемы лечения у пациентов с АГ

Figure 1  
Effectiveness of antihypertensive therapy depending on phenotypic signs and treatment in patients with hypertension

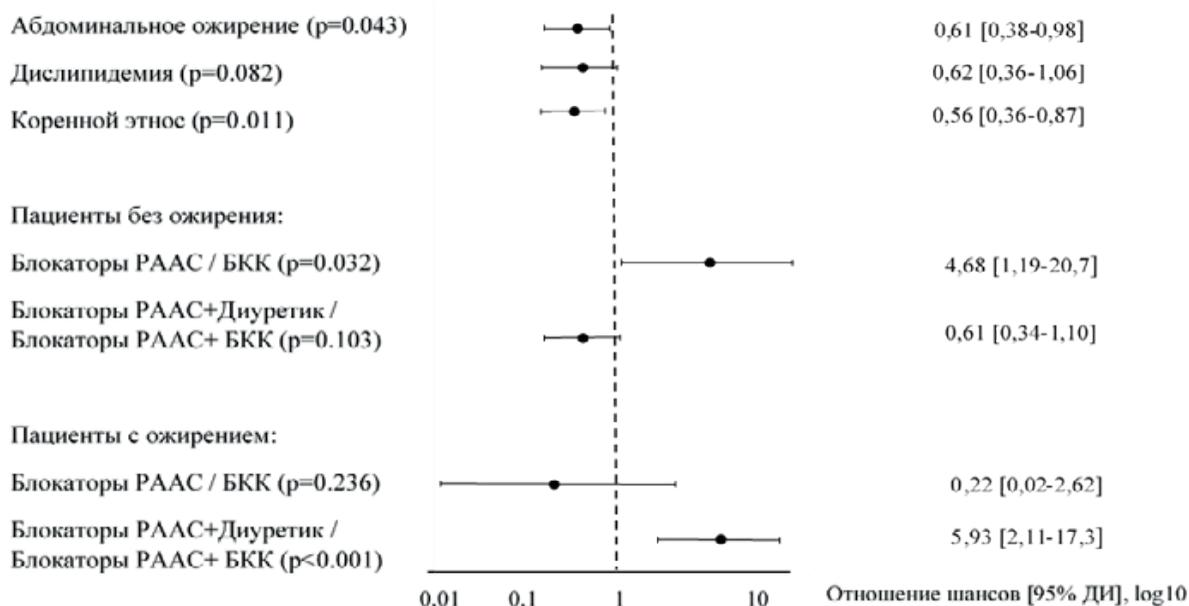


Рисунок 2

Эффективность антигипертензивной терапии в зависимости от клинико-генетических факторов у пациентов с АГ

Figure 2

Effectiveness of antihypertensive therapy depending on clinical and genetic factors in patients with hypertension

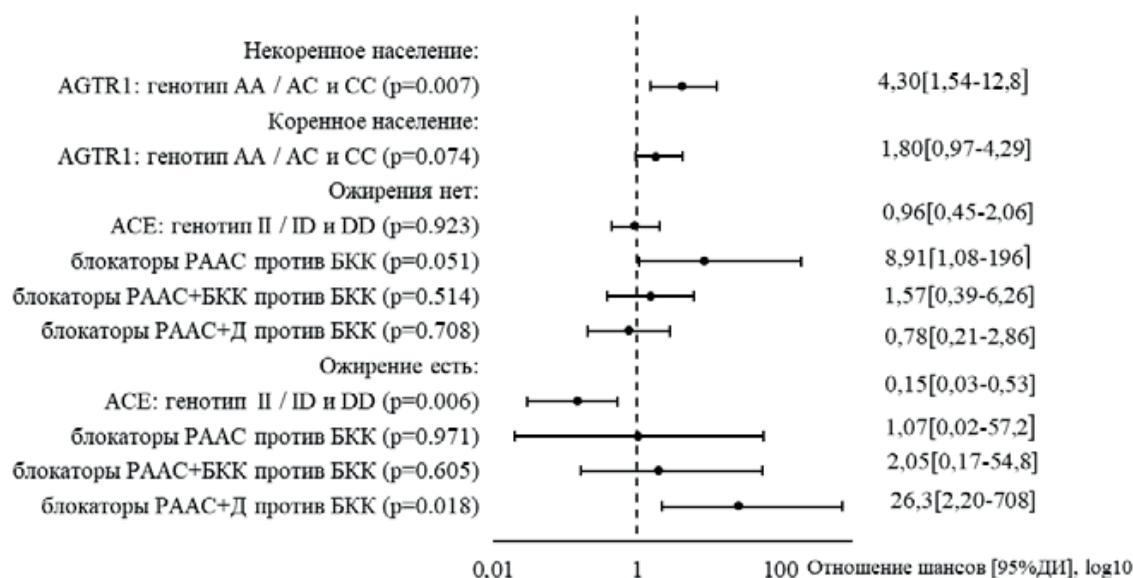


Таблица 2

Скоринговые шкалы для оценки прогноза эффективности антигипертензивной терапии: А – в зависимости от фенотипических признаков и схемы лечения; Б – в зависимости от фенотипических, генетических факторов и схемы лечения

Table 2

Scoring scales for estimating the prognosis of the effectiveness of antihypertensive therapy: A – depending on the phenotypic signs and treatment; B – depending on the phenotypic, genetic factors and treatment

## А (A)

Факторы риска	Баллы
Абдоминальное ожирение	Да 0 Нет +20
Дислипидемия	Да 0 Нет +20
Коренной этнос	Да 0 Нет +25
<i>Ожирения нет:</i>	
- БКК	+35
- Блокаторы РААС	+100
- Блокаторы РААС+БКК	+70
- Блокаторы РААС + диуретик	+50
<i>Ожирение есть:</i>	
- БКК	0
- Блокаторы РААС	+5
- Блокаторы РААС+БКК	+30
- Блокаторы РААС + диуретик	+85
Пороговый балл: 80 баллов	

## Б (B)

Факторы риска	Баллы
<i>Ожирения нет:</i>	
- БКК	+65
- Блокаторы РААС	+100
- Блокаторы РААС+БКК	+70
- Блокаторы РААС + диуретик	+60
<i>Ожирение есть:</i>	
<b>Генотип I/I гена ACE:</b>	
- БКК	0
- Блокаторы РААС	+35
- Блокаторы РААС+БКК	+20
- Блокаторы РААС + диуретик	+50
<b>Генотип I/D или D/D гена ACE:</b>	
- БКК	+30
- Блокаторы РААС	+65
- Блокаторы РААС+БКК	+50
- Блокаторы РААС + диуретик	+80
<i>Коренное население:</i>	
- Генотип A/A гена AGTR 1	+22
- Генотип A/C или C/C гена AGTR 1	+12
<i>Некоренное население:</i>	
- Генотип A/A гена AGTR 1	+22
- Генотип A/C или C/C гена AGTR 1	0
Пороговый балл: 80 баллов	

американцев, принимавших блокаторы РААС, риск развития сердечно-сосудистых заболеваний оказался значительно выше по сравнению с пациентами европеоидной расы, что также свидетельствует о недостаточной эффективности указанной группы антигипертензивных препаратов в данной этнической когорте.

Многочисленными исследованиями подтверждается низкая чувствительность к лечению пациентов с АГ и ожирением, в том числе абдоминальным его типом. В работе Шальной С.А. и соавт. [8] продемонстрирована прямая связь между повышенным ИМТ и неэффективностью проводимой медикаментозной терапии пациентов с АГ. Аналогичные результаты были получены тайскими авторами [9], которые установили, что ожирение, наряду с другими факторами риска, является значимым предиктором неконтролируемого течения данного заболевания. Кроме того, настоящим исследованием установлено, что наибольшим эффектом среди категории пациентов с АГ и ожирением обладают блокаторы РААС с диуретиком. Преимущества указанной комбинации в данной категории пациентов подтверждены результатами целого ряда российских и международных крупных клинических исследований, таких как МИНОТАВР, FORTISSIMO, FORSAKE и др. Кроме того, известно, что блокаторы РААС в сочетании с индапамидом ретард воздействуют на основные патогенетические механизмы повышения АД при ожирении, обеспечивая их высокую антигипертензивную эффективность в данной клинической ситуации.

Результаты нашего исследования в очередной раз подтверждают, что носительство различных полиморфных вариантов генов-кандидатов АГ влияет на фармакологический ответ антигипертензивных препаратов. В частности доказано, что носительство гомозиготного генотипа I/I гена ACE у категории пациентов с АГ и ожирением значительно снижает вероятность достижения целевого уровня АД. В то время как у лиц некоренной национальности с генотипом A/A гена AGTR1, напротив, шансы на положительный эффект от лечения возрастают.

В целом, проведенные ранее исследования показывают, что носители мутантных генотипов могут быть более восприимчивы к действию различных антигипертензивных препаратов. В частности, в ис-

следовании Srivastava K. и соавт. [10] установлено, что пациенты-носители аллеля С полиморфизма T704C гена AGT лучше реагируют на лечение блокаторами РААС по сравнению с носителями генотипа T/T данного гена. Heidari F. и соавт. [11] обнаружили, что в популяции малайцев носительство аллеля D гена ACE ассоциировалось с лучшим ответом на антигипертензивное лечение.

Важно отметить, что имеющиеся на данный момент исследования, посвященные влиянию полиморфных аллелей генов-кандидатов АГ на фармакологический ответ, демонстрируют значительную вариабельность результатов. Можно предположить, что это связано со спецификой генетического состава различных популяций, в которых проводились исследования. Так, в исследовании Павловой О.С. и соавт. [12], напротив, было показано, что лучший гипотензивный ответ на терапию блокатором РААС получен у обладателей прогностически благоприятного аллеля I гена ACE в отличие от носителей D/D генотипа данного гена. В работе Костюченко Г.И. и соавт. [13], как и в нашем исследовании, у пациентов с АГ, получавших в качестве терапии блокатор РААС, наибольшая антигипертензивная эффективность установлена у носителей гомозиготного генотипа A/A гена AGTR1.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, фармакологический ответ на лекарственные препараты формируется под влиянием различных фенотипических и генетических факторов, вносящих свой вклад через различные точки приложения. Разработанные прогностические модели позволяют оптимизировать выбор терапии, учитывая этногенетические особенности пациентов с АГ, и нацелены на повышение эффективности медикаментозного лечения, снижение риска развития сердечно-сосудистых осложнений и смертности.

### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Balanova YuA, Shalnova SA, Kutsenko VA, Imaeva AE, Kapustina AV, Muromtseva GA, et al. Population aspects of arterial hypertension therapy. Focus on fixed combinations. *Arterial Hypertension*. 2022; 28(5): 482-491. Russian (Баланова Ю.А., Шальной С.А., Куценко В.А., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А., и др. Популяционные аспекты терапии артериальной гипертензии. Фокус на фиксированные комбинации //Артериальная гипертензия. 2022. Т. 28, № 5. С. 482-491.) doi: 10.18705/1607-419X-2022-28-5-482-491
2. Balanova YuA, Shalnova SA, Kutsenko VA, Imaeva AE, Ivlev OE, Evstifeeva SE, et al. Features of antihypertensive therapy in the Russian population: data from the ESSE-RF3 study. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2024; 20(1): 4-12. Russian (Баланова Ю.А., Шальной С.А., Куценко В.А., Имаева А.Э., Ивлев О.Е., Евстифеева С.Е., и др. Особенности антигипертензивной терапии в российской популяции: данные исследования ЭССЕ-РФ3 //Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2024. Т. 20, № 1. С. 4-12.) doi: 10.20996/1819-6446-2024-3010
3. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021; 398(10304): 957-980. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01330-1

4. Kaveshnikov VS, Trubacheva IA, Serebryakova VN. Factors, associated with effective control of arterial hypertension in the general working-age population. *Arterial Hypertension*. 2022; 28(5): 546-556. Russian (Кавешников В.С., Трубачева И.А., Серебрякова В.Н. Факторы, связанные с эффективностью контроля артериальной гипертензии в общей популяции трудоспособного возраста //Артериальная гипертензия. 2022. Т. 28, № 5. С. 546-556.) doi: 10.18705/1607-419X-2022-28-5-546-556
5. Leonova MV. General issues of pharmacogenetics and their importance in clinical practice. *Therapy*. 2017; (7): 94-101. Russian (Леонова М.В. Общие вопросы фармакогенетики и их значение в клинической практике //Терапия. 2017. № 7. С. 94-101.)
6. Sinnott SJ, Douglas IJ, Smeeth L, Williamson E, Tomlinson LA. First line drug treatment for hypertension and reductions in blood pressure according to age and ethnicity: cohort study in UK primary care. *BMJ*. 2020; 371: m4080. doi: 10.1136/bmj.m4080
7. Harrison A, Rayamajhi S, Shaker F, Thais S, Moreno M, Hosseini K. Comparative Effectiveness of Calcium-Channel Blockers, Angiotensin-Converting Enzyme/Angiotensin Receptor Blockers and Diuretics on Cardiovascular Events Likelihood in Hypertensive African-American and Non-Hispanic Caucasians: A Retrospective Study Across HCA Healthcare. *Clin Cardiol*. 2025; 48(1): e70075. doi: 10.1002/clc.70075
8. Shalnova SA, Konradi AO, Balanova YuA, Deev AD, Imaeva AE, Muromtseva GA, et al. What factors do influence arterial hypertension control in Russia. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2018; 17(4): 53-60. Russian (Шальнова С.А., Конради А.О., Баланова Ю.А. Деев А.Д., Имаева А.Э., Муромцева Г.А., и др. Какие факторы влияют на контроль артериальной гипертензии в России //Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2018. Т. 17, № 4. С. 53-60.) doi: 10.15829/1728-8800-2018-4-53-60
9. Sakboonyarat B, Rangsin R, Kantiwong A, Mungthin M. Prevalence and associated factors of uncontrolled hypertension among hypertensive patients: a nation-wide survey in Thailand. *BMC Res Notes*. 2019; 12(1): 380. doi: 10.1186/s13104-019-4417-7
10. Srivastava K, Chandra S, Bhatia J, Narang R, Saluja D. Association of angiotensinogen (M235T) gene polymorphism with blood pressure lowering response to angiotensin converting enzyme inhibitor (Enalapril). *J Pharmacy Pharmaceutical Sci*. 2012; 15(3): 399-406. doi: 10.18433/j3kw3b
11. Heidari F, Vasudevan R, Mohd Ali SZ, Ismail P, Etemad A, Pishva SR, et al. Association of insertion/deletion polymorphism of angiotensin-converting enzyme gene among Malay male hypertensive subjects in response to ACE inhibitors. *J Renin Angiotensin Aldosterone System*. 2015; 16(4): 872-879. doi: 10.1177/1470320314538878
12. Pavlova OS, Ogurtsova SE, Liventseva MM, Karabko IY, Mrochek AG. The association of polymorphism I/D angiotensin converting enzyme gene with the antihypertensive efficacy of valsartan. *Medical News*. 2019; (12): 48-52. Russian (Павлова О.С., Огурцова С.Е., Ливенцева М.М., Коробко И.Ю., Мрочек А.Г. Ассоциация полиморфизма I/D гена ангиотензинпревращающего фермента с антигипертензивной эффективностью валсартана //Медицинские новости. 2019. № 12. С. 48-52.)
13. Kostyuchenko GI, Vyun OG, Kostyuchenko LA. Evaluation of hypotensive therapy efficiency in the group of neanic age patients in connection with polymorphism of genes associated with arterial hypertension. *Health and Education Millennium*. 2017; 19(10): 106-108. Russian (Костюченко Г.И., Вьун О.Г., Костюченко Л.А. Оценка эффективности гипотензивной терапии в группе пациентов молодого возраста в связи с полиморфизмом генов, ассоциированных с артериальной гипертензией //Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19, № 10. С. 106-108.)

#### Сведения об авторах:

МУЛЕРОВА Татьяна Александровна, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры кардиологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: mulerova-77@mail.ru

МОРОЗОВА Наталья Игоревна, ассистент кафедры общей врачебной практики и поликлинической терапии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: morozova-30.10@yandex.ru

АЛЕКСЕЕВА Наталья Сергеевна, доктор мед. наук, доцент, зав. кафедрой общей врачебной практики и поликлинической терапии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: alekseevans@ngiuv.rmanpo.ru

МУЛЕРОВА Екатерина Захаровна, студентка 6-го курса, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: mulerova02@mail.ru

ОГАРКОВ Михаил Юрьевич, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой кардиологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: ogarkov\_m\_1960@mail.ru

#### Information about authors:

MULEROVA Tatiana Aleksandrovna, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of cardiology, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: mulerova-77@mail.ru

MOROZOVA Natalia Igorevna, assistant of the department of general medical practice and outpatient therapy, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia,

E-mail: morozova-30.10@yandex.ru

ALEKSEEVA Natalia Sergeevna, doctor of medical sciences, docent, head of the department of general medical practice and outpatient therapy, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia. E-mail: alekseevans@ngiuv.rmanpo.ru

MULEROVA Ekaterina Zakharovna, 6th year student, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: mulerova02@mail.ru

OGARKOV Mikhail Yuryevich, doctor of medical sciences, professor, head of the department of cardiology, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: ogarkov\_m\_1960@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** МОРОЗОВА Наталья Игоревна, 654005, г. Новокузнецк, пр. Строителей, д. 5, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
E-mail: morozova-30.10@yandex.ru

**Информация для цитирования:**

Потеряева Е.Л., Федорова Л.Т., Смирнова Е.Л., Несина И.А. ГЕНДЕРНО-СОЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЗАДАПТАЦИИ ВРАЧА // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 52-58.

**Потеряева Е.Л., Федорова Л.Т., Смирнова Е.Л., Несина И.А.**

Новосибирский государственный медицинский университет,  
Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены,  
г. Новосибирск, Россия



## ГЕНДЕРНО-СОЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЗАДАПТАЦИИ ВРАЧА

В здравоохранении РФ занято более 668 тыс. врачей и более 1650 тыс. средних медицинских работников. Среди них доля женщин врачей составляет около 70%. Медицинская деятельность сопряжена с большой эмоциональной нагрузкой в плане ответственности (моральной, административной и юридической) за каждое принятое решение перед пациентом и его родственниками, администрацией и рабочим коллективом. По этой причине является актуальным изучение влияния гендерной принадлежности, семейного статуса и наличия детей на устойчивость к профессиональному стрессу в работе врача.

**Цель исследования** – изучить влияние гендерной принадлежности, семейного статуса и наличия воспитанников в семье на особенности профессиональной дезадаптации врача.

**Материалы и методы.** Проведено анкетирование 346 врачей. Изучены: когнитивно-поведенческая оценка по опроснику авторов О.М. Родина, М.А. Дмитриева «Оценка профессиональной дезадаптации», опросник авторов Н.Е. Водопьяновой, Е.С. Старченковой, А.Д. Наследова «Профессиональное выгорание», четырехмерный опросник оценки дистресса, депрессии, тревоги и соматизации (4DSQ).

**Результаты.** Обнаружено, что гендерные психо-физиологические особенности врачей-женщин прослеживаются даже при низкой степени профессиональной дезадаптации. У женщин с низкой степенью профессиональной дезадаптации, по сравнению с врачами-мужчинами, существенно выше эмоциональное выгорание, деперсонализация, редукция, интегральный показатель профессионального выгорания. При умеренной степени профессиональной дезадаптации показатели клинически пограничных психо-вегетативных расстройств резко увеличиваются, и гендерные отличия стираются. Не обнаружено статистически значимого влияния на степень профдезадаптации таких социальных показателей, как стаж, семейное положение, количество воспитанников в семье.

**Выводы.** 1. Скорость развития эмоционального выгорания под действием профессионального стресса существенно выше у женщин, чем у мужчин. 2. При развитии профессиональной дезадаптации умеренной степени максимальное изменение претерпевает редукция личностных достижений, что делает невозможным оказание медицинской помощи на высококачественном уровне. 3. При низком уровне профдезадаптации среди врачей-женщин имеет место более высокая распространенность соматизации, чем у мужчин.

**Ключевые слова:** гендерные особенности профессиональной дезадаптации врача; профессиональный стресс врача; профессиональное выгорание

**Poteryaeva E.L., Fedorova L.T., Smirnova E.L., Nesina I. A.**

Novosibirsk State Medical University,  
Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia

### GENDER-SOCIAL FEATURES OF PROFESSIONAL MALADJUSTMENT OF A DOCTOR

More than 668 thousand doctors and more than 1650 thousand paramedical workers are employed in the healthcare sector of the Russian Federation. Among them, the share of female doctors is about 70%. Medical activity is associated with a great emotional burden in terms of responsibility (moral, administrative and legal) for every decision made to the patient and his relatives, the administration and the work team. For this reason, it is relevant to study the influence of gender, marital status and the presence of children on resistance to professional stress in the work of a doctor.

**The study aims** to the influence of gender, marital status and the presence of pupils in the family on the peculiarities of professional maladjustment of a doctor.

**Materials and methods.** A survey of 346 doctors was conducted. The following were studied: cognitive behavioral assessment according to the questionnaire of authors O.M. Rodina, M.A. Dmitrieva «Assessment of professional maladjustment», the questionnaire of authors N.E. Vodopyanova, E.S. Starchenkova, A.D. Nasledov «Professional burnout», a four-dimensional questionnaire for assessing distress, depression, anxiety and somatization (4DSQ).

**Results.** It was found that gender psycho-physiological characteristics of female doctors can be traced even with a low degree of professional maladjustment. Women with a low degree of professional maladaptation, compared with male doctors, have significantly higher emotional burnout, depersonalization, reduction, and the integral indicator of professional burnout. With a moderate degree of professional maladjustment, indicators of clinically borderline psycho-vegetative disorders increase sharply and gender differences are erased. No statistically significant influence on the degree of professional disadaptation was found for such social indicators as length of service, marital status, and the number of students in the family.

**Conclusions.** 1. The rate of development of emotional burnout under the influence of occupational stress is significantly higher in women than in men. 2. The reduction of personal achievements undergoes maximum change up to development of professional maladaptation of a moderate degree, which makes it impossible to provide medical care at a high-quality level. 3. With a low level of professional adaptation, there is a higher prevalence of somatization among female doctors, than among men.

**Key words:** gender characteristics of professional maladjustment of a doctor; professional stress of a doctor; professional burnout

Гендерные особенности повсеместно оказывают влияние на нашу жизнь (в том числе в профессии), начиная с психо-эмоциональных реакций и заканчивая физическими возможностями организма [1, 2]. Медицинская деятельность представляет собой большую эмоциональную нагрузку в плане ответственности (моральной, административной и юридической) за каждое принятое решение перед пациентом, его родственниками, администрацией и рабочим коллективом [3-6]. Врач, как правило не информирован о возможных рисках для своего здоровья, связанных с профессиональным стрессом [7].

Учитывая характер и условия трудовой деятельности в целом, нельзя утверждать, что работа педиатра на участке вызывает меньшее эмоциональное напряжение, чем работа хирурга в операционном блоке. Известно, что гендерные особенности влияют на профессиональную идентичность [8], трудовое поведение врача в условиях профессионального стресса [9] и мотивацию к труду [10]. Среди врачей первичного звена, скорой помощи, среди врачей, оказывающих высокоспециализированную, в том числе хирургическую, медицинскую помощь трудится много женщин. По этой причине важно понимание, насколько гендерная принадлежность, семейный статус и наличие детей могут оказывать влияние на устойчивость к профессиональному стрессу в работе врача.

**Цель исследования** – изучить влияние гендерной принадлежности, семейного статуса и наличия воспитанников в семье на особенности профессиональной дезадаптации врача.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено анкетирование врачей, работающих полный рабочий день как основные сотрудники медицинских учреждений, оказывающих плановую медицинскую помощь стационарного и амбулаторного типа, всего – 346 человек возраста 24-75 лет, средний возраст  $42,97 \pm 1,33$  лет. Из 346 опрошенных врачей, 61 – мужчины (17,6%) и 285 (82,37%) – женщины. Возрастной диапазон у врачей мужчин составил 24-75 лет, средний возраст  $38,63 \pm 11,87$  лет. Возрастной диапазон женщин определен в пределах 24-74 лет, средний возраст  $43,91 \pm 12,57$  лет. Врачебный трудовой стаж составил от 1 до 54 лет.

Использовали: опросник О.М. Родина, М.А. Дмитриева «Оценка профессиональной дезадаптации» [11]; опросник Н.Е. Водопьяновой, Е.С. Старченковой, А.Д. Наследова «Профессиональное выгорание» [12], четырехмерный опросник для оценки дистресса, депрессии, тревоги и соматизации (4DSQ) [13].

Статистическая обработка проводилась с помощью стандартных методов и программного обеспечения SPSS 17.0. При сравнении количественных признаков (относительных величин) различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ соматизации, депрессии, дистресса и тревожности у 346 практикующих врачей выявил 313 (90,46%) специалистов с низкой профдезадаптацией, 32 (9,25%) специалиста с умеренной профдезадаптацией и 1 (0,29%) врача с выраженной профдезадаптацией. Средний возраст врачей, показавших в анкетировании низкий уровень профессиональной дезадаптации, составил  $43,55 \pm 12,49$  лет при индивидуальных колебаниях в диапазоне 24-75 лет. Средний возраст врачей, показавших баллы, соответствующие умеренной профдезадаптации составил  $37,63 \pm 9,23$  лет при индивидуальных показателях от 24 до 64 лет. Таким образом, корреляция возрастной характеристики специалистов с появлением профессиональной дезадаптации не обнаружилась. Общий медицинский стаж специалистов с низкой профдезадаптацией составил от 1 до 51 года, в среднем,  $18,79 \pm 12,42$  лет. Общий медицинский стаж специалистов с умеренной профессиональной дезадаптацией составил от 1 до 43 лет, в среднем,  $15,4 \pm 12,85$  лет. Таким образом, большой медицинский стаж не определен предиктором развития профессиональной дезадаптации.

Среди врачей с низкой профдезадаптацией ( $n = 314$ ) мужчин выявлено 56 (17,8%), женщин 258 (82,2%); среди врачей с умеренной и высокой профдезадаптацией ( $n = 32$ ) мужчин выявлено 5 (15,6%), женщин 27 (84,4%). Гендерная принадлежность не оказывает существенного влияния на уровень профдезадаптации врача ( $\chi^2 = 0,487$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,485$ ; поправка на непрерывность = 0,203,  $p = 0,653$ ; точный критерий Фишера: точная значимость двусторонняя = 0,624, точная значимость односторонняя = 0,340).

Однако гендерные отличия вносят свое влияние на особенности проявления профессиональной психофизиологической дезадаптации, что выявлено при тестировании стандартизированным опросником Водопьяновой Н.Е. «Профессиональное выгорание» (ПВ). Опрошенные специалисты выбрали из 22 утверждений наиболее для себя подходящие (в плане частоты появления: от «0 – никогда» до «6 – всегда») о переживаниях, связанных с работой. В группе специалистов с низким показателем профессиональной дезадаптации врачи-мужчины ( $n = 55$ ) проявили эмоциональное истощение в диапазоне 2-7 баллов ( $M \pm S = 4,970 \pm 1,317$ ;  $Me = 5$ ), что соответствует 1 ступени. Врачи-женщины ( $n = 255$ ) указали эмоциональное истощение от 5 до 18 баллов ( $M \pm S = 12,2 \pm 2,328$ ;  $Me = 12$ ), что соответствует 3 ступени. Баллы деперсонализации у врачей-мужчин с низким уровнем профессиональной дезадаптации определены в диапазоне 0-3 балла ( $M \pm S = 0,509 \pm 0,791$ ;  $Me = 0$ ), в среднем соответствует 1 ступени. У врачей-женщин диапазон баллов деперсонализации соответствует 0-12 баллов ( $M \pm S = 2,031 \pm 1,498$ ;  $Me = 2$ ), что в среднем соответствует 2 ступени.

Редукция личностных достижений у врачей-мужчин с низким уровнем профессиональной дезадаптации определена в диапазоне 30-37 баллов ( $M \pm S = 33,818 \pm 1,712$ ;  $Me = 34$ ), что соответствует 1 ступени. У женщин редукция личностных достижений определена в пределах 4-45 баллов ( $M \pm S = 33,094 \pm 2,885$ ;  $Me = 33$ ), что соответствует 1 ступени. Интегральный показатель ПВ у врачей-мужчин с низким уровнем профдезадаптации определен в диапазоне 1,399 – 2,576 ( $M \pm S = 1,771 \pm 0,248$ ;  $Me = 1,757$ ), что соответствует минимальному 1 ступени. У врачей-женщин интегральный показатель ПВ при низком уровне профдезадаптации найден в диапазоне 1,248 – 5,319 баллов ( $M \pm S = 2,846 \pm 0,505$ ;  $Me = 2,787$ ), что соответствует 3 ступени шкалы ПВ.

Статистическая значимость гендерных отличий определена по всем признакам психофизиологической дезадаптации: эмоциональное выгорание ( $U = 48,500$ ;  $W = 1588,500$ ;  $Z = -11,608$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $< 0,001$ ); деперсонализация ( $U = 2384,500$ ;  $W = 3924,500$ ;  $Z = -7,889$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $< 0,001$ ); редукция ( $U = 5771,500$ ;  $W = 38411,500$ ;  $Z = -2,082$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $< 0,037$ ); интегральный показатель ПВ ( $U = 263,000$ ;  $W = 1803,00$ ;  $Z = -11,195$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $< 0,001$ ).

В группе специалистов с показателями умеренной профессиональной дезадаптации врачи-мужчины ( $n = 4$ ) проявили эмоциональное истощение в диапазоне 17-24 баллов ( $M \pm S = 20,250 \pm 2,986$ ;  $Me = 20$ ), что соответствует 6 ступени. Врачи-женщины ( $n = 27$ ) указали эмоциональное истощение от 17 до 31 балла ( $M \pm S = 24,556 \pm 3,896$ ;  $Me = 25$ ), что также соответствует 6 ступени. Баллы деперсонализации у врачей-мужчин с умеренным уровнем профессиональной дезадаптации определены в диапазоне

7-14 баллов ( $M \pm S = 10,500 \pm 3,109$ ;  $Me = 10,500$ ), в среднем соответствует 6 ступени. У врачей-женщин диапазон баллов деперсонализации соответствует 4-14 баллам ( $M \pm S = 8,593 \pm 2,308$ ;  $Me = 9$ ), что, в среднем соответствует 5 ступени. Редукция личностных достижений у врачей-мужчин с умеренным уровнем профессиональной дезадаптации определена в диапазоне 18-20 баллов ( $M \pm S = 19,250 \pm 0,957$ ;  $Me = 19,5$ ), что соответствует 9 ступени. У женщин редукция личностных достижений определена в пределах 10-22 балла ( $M \pm S = 15,444 \pm 2,991$ ;  $Me = 15$ ), что соответствует максимальному 10 ступени. Интегральный показатель ПВ у врачей-мужчин с умеренным уровнем профдезадаптации определен в диапазоне 5,923 – 7,214 баллов ( $M \pm S = 6,43 \pm 0,611$ ;  $Me = 6,294$ ), что соответствует 7 ступени. У врачей-женщин интегральный показатель ПВ найден в диапазоне 5,601 – 8,999 баллов ( $M \pm S = 7,182 \pm 0,682$ ;  $Me = 7,218$ ), что также соответствует 7 ступени шкалы ПВ. Статистически значимые гендерные отличия ПВ среди врачей с умеренным уровнем профессиональной дезадаптации определены в отношении эмоционального выгорания ( $U = 19,500$ ;  $W = 29,500$ ;  $Z = -2,041$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $= 0,041$ ); редукции ( $U = 11,000$ ;  $W = 389,000$ ;  $Z = -2,003$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $= 0,011$ ) и интегрального показателя ПВ ( $U = 20,000$ ;  $W = 30,000$ ;  $Z = -2,003$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $= 0,045$ ).

Согласно результатам теста 4ДДТС, при низкой степени профессиональной дезадаптации имеют место гендерные отличия в уровне проявления пограничных психо-вегетативных расстройств. Статистически значимые отличия определены для соматизации и депрессии. Мужчины-врачи ( $n = 56$ ) по показателю «соматизация» набрали от 0 до 11 баллов ( $3,500 \pm 3,269$ ), по показателю «дисстресс» – от 0 до 16 баллов ( $4,196 \pm 4,441$ ), по показателю «депрессия» – от 0 до 7 баллов ( $0,643 \pm 1,285$ ), по показателю «тревога» – от 0 до 11 баллов ( $1,179 \pm 1,936$ ). Женщины-врачи с низкой профдезадаптацией ( $n = 256$ ) по показателю соматизация набрали от 0 до 24 баллов ( $4,992 \pm 4,537$ ), по показателю дисстресс – от 0 до 14 баллов ( $3,656 \pm 3,502$ ), по показателю депрессия – от 0 до 5 баллов ( $0,234 \pm 0,674$ ), по показателю тревога – от 0 до 10 баллов ( $0,988 \pm 1,725$ ). Статистически значимыми определены отличия по показателям «соматизация» ( $U = 5939,000$ ;  $W = 7535,000$ ;  $Z = -2,026$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $= 0,043$ ) и «депрессия» ( $U = 5899,500$ ;  $W = 38795,000$ ;  $Z = -3,084$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость  $= 0,002$ ). То есть, у женщин изначально, при низком уровне профдезадаптации степень соматизации достоверно выше, чем у мужчин; мужчины более склонны к депрессии (в целом, а не на рабочем месте), чем женщины.

При нарастании степени профессиональной дезадаптации показатели клинически пограничных психо-вегетативных расстройств резко увеличива-

ются и гендерные отличия стираются. Так, мужчины-врачи ( $n = 4$ ) по показателю соматизация набрали от 9 до 19 баллов, по показателю дистресс – от 16 до 21 балла, по показателю депрессия – от 0 до 7 баллов, по показателю тревога – от 3 до 14 баллов. Усредненные показатели указаны в таблице 1.

Женщины-врачи с умеренной профдезадаптацией ( $n = 27$ ) по показателю «соматизация» набрали от 0 до 27 баллов, по показателю «дистресс» – от 9 до 32 баллов, по показателю «депрессия» – от 0 до 12 баллов, по показателю «тревога» – от 0 до 24 баллов. Усредненные показатели указаны в таблице 2.

Статистически значимых отличий проявления пограничных психо-вегетативных расстройств по гендерному признаку среди врачей с умеренным уровнем профессиональной дезадаптации не выявлено: соматизация ( $U = 53,000$ ;  $W = 431,000$ ;  $Z = -0,059$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость = 0,953; точная значимость = 0,977); дистресс ( $U = 48,000$ ;  $W = 426,000$ ;  $Z = -0,355$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость = 0,720; точная значимость = 0,755); депрессия ( $U = 35,500$ ;  $W = 45,500$ ;  $Z = -1,099$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость = 0,272; точная значимость = 0,288); тревога ( $U = 44,500$ ;  $W = 54,500$ ;  $Z = -0,562$ ; асимптотическая 2-х сторонняя значимость = 0,574; точная значимость = 0,589).

Таким образом, при низкой профессиональной дезадаптации врачи-женщины, по сравнению с врачами-мужчинами, чаще имеют проявления соматизации, в большей степени вовлекаются в эмоцио-

нальную составляющую профессиональной деятельности, что отражает характерную для женщин склонность к эмпатии и переживаниям и склонность мужчин к инструментальным ценностям. Эмоциональная напряженность относится к признанным стрессовым факторам на рабочем месте и к факторам риска развития ПВ [14, 15]. При нарастании профдезадаптации до умеренного уровня гендерные отличия эмоционального истощения нивелируются, однако цинизм и обесценивание межличностных отношений (деперсонализация) у женщин выражены на 1 стень меньше, чем у мужчин. Градиент утраты психо-эмоционального компонента при развитии умеренной профдезадаптации у женщин составил 3 стень, а у мужчин 5 стень.

Редукция личных достижений при развитии ПВ проявляется не только в тенденции к негативному оцениванию своих профессиональных достижений, но и в негативизме относительно служебных обязанностей, в снижении профессиональной мотивации, в редуцировании собственного достоинства, в снятии с себя ответственности, в отстранении от обязанностей по отношению к другим и своему делу. Обследованные специалисты показали именно со стороны шкалы редукции личностных достижений максимальный градиент прироста показателя при развитии умеренной профессиональной дезадаптации: у женщин максимально возможный «1-10 стень», у мужчин – «1-9 стень».

Семейное положение может требовать от специалиста всегда работать в режиме многозадачности (при наличии семьи, детей) или оказывать психологическое давление в виде реакций горя (вдовец/вдо-

Таблица 1  
Состояние пограничных психо-соматических расстройств у врачей-мужчин с умеренной степенью профессиональной дезадаптации,  $M \pm S$

Table 1  
The state of borderline psychosomatic disorders in male doctors with a moderate degree of professional maladjustment,  $M \pm S$

Виды пограничных психо-вегетативных расстройств	Баллы по шкале 4ДДТС	Процентили		
		25	50 (Me)	75
Соматизация	13,250 ± 4,193	9,75	12,5	17,5
Дистресс	17,750 ± 3,403	14,25	18,5	20,5
Депрессия	2,250 ± 3,202	0,25	1,0	5,5
Тревога	6,750 ± 4,992	3,25	5,0	12,0

Таблица 2  
Состояние пограничных психо-соматических расстройств у врачей-женщин с умеренной степенью профессиональной дезадаптации,  $M \pm S$

Table 2  
The state of borderline psychosomatic disorders in female doctors with a moderate degree of professional maladjustment,  $M \pm S$

Виды пограничных психо-вегетативных расстройств	Баллы по шкале 4ДДТС	Процентили		
		25	50 (Me)	75
Соматизация	12,778 ± 5,787	10,0	14,0	16,0
Дистресс	18,148 ± 5,776	15,0	17,0	24
Депрессия	4,259 ± 3,778	1,0	3,0	6,0
Тревога	8,111 ± 5,866	4,0	7,0	10,0

ва), что может сказаться на мотивации к выполняемой работе или способствовать развитию депрессии, ПВ. Среди обследованных специалистов ( $n = 340$ ) выявлены лица всех категорий семейного положения. Среди специалистов с низкой профдезадаптацией ( $n = 309$ ) холост/не замужем – 72 (23,3%) человека, женат/замужем – 187 (60,5%) человек, разведены – 44 (14,3%) человека, овдовели – 6 (1,9%) человек.

Для статистической оценки влияния семейного статуса использован критерий Пирсона. Среди специалистов с умеренной профдезадаптацией ( $n = 31$ ) холост/не замужем – 11 (35,5%) человек, женат/замужем – 15 (48,4%), разведены – 5 (16,1%), овдовели – 0 (0%) человек. Согласно статистике хи-квадрат, семейное положение не оказывает влияния на степень профессионального выгорания врача, о чем свидетельствуют данные ( $n = 340$ ):  $\chi^2 = 3,083$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,379$ ; отношения правдоподобия ( $\Lambda$ ) = 3,478,  $df = 3$ ,  $p = 0,324$ ; линейно-линейная связь ( $r_{xy}$ ) = 1,242,  $p = 0,265$ .

Важной особенностью семейного статуса, потенциально способной оказывать влияние на профессиональную деятельность, вынуждая специалиста работать постоянно в режиме многозадачности, является наличие детей в семье. Анкетированные специалисты, имеющие детей до 18 лет, указали их количество от 1 до 4. Наибольшее число врачей указали наличие 1-2 детей. Статистически значимых отличий влияния количества воспитанников на степень профдезадаптации не выявлено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании 90,46% врачей проявили низкую степень профессиональной дезадаптации, что согласуется с социологическим представлением распространенности явления профессионального выгорания у медицинских работников [5] и лежит в основе высокого качества оказания медицинской помощи в регионе.

При изучении взаимоотношений работы и социальной жизни было выявлено, что стаж, гендерная принадлежность, факт наличия семейного союза между мужчиной и женщиной, равно как и его отсутствие, индифферентны в отношении значимого влияния на уровень профдезадаптации. Количество воспитанников в семье также не влияет на степень ПВ. Однако гендерные отличия вносят свое влияние на особенности проявления профессиональной психо-физиологической адаптации, что выявлено при тестировании стандартизированным опросником Н.Е. Водопьяновой «Профессиональное выгорание». Тестирование показало, что у женщин изначально, при низком уровне профдезадаптации степень соматизации достоверно выше, чем у мужчин; а мужчины более склонны к депрессии (в целом, а не на рабочем месте). При нарастании степени профессиональной дезадаптации показатели психо-вегетативных расстройств (клинически пограничного течения) резко увеличиваются, и гендерные от-

личия стираются. Максимальные гендерные отличия между врачами стажистами определяются в эмоциональном истощении при всех степенях профессиональной дезадаптации.

Важный факт, что при развитии умеренной профессиональной дезадаптации максимальный градиент прироста показателей наблюдается со стороны шкалы редукции личностных достижений: у женщин максимально возможный «1-10 стен», у мужчин – «1-9 стен». Редукция личностных достижений – характерный признак профессиональной деформации, который максимально глубоко изучен у педагогов [16-19]. Однако проявления редукции личностных достижений свойственно работникам любой сферы и проявляется многообразно. Например, Зеер Э.Ф. [20] подразделяет редукцию личностных достижений в виде совокупности общепрофессиональной, специальной и профессионально-типологической деформаций. Общепрофессиональная деформация может проявиться в виде синдрома «вседозволенности», который заключается в нарушении профессиональных и этических норм, стремлении манипулировать. Как специальная профессиональная деформация у терапевтов описана постановка угрожающих диагнозов. Как профессионально-типологические деформации описаны искажение мотивации деятельности, перестройка ценностных ориентаций; гипертрофированный уровень притязаний, доминантность или индифферентность.

Соответственно, важнейшей задачей профилактики ПВ является выявление начальных признаков редукции личностных достижений до того, как профессиональная дезадаптация проявится в умеренной степени. Выявить начальные признаки редукции личностных достижений, равно как и эмоционального истощения, позволяет только тестирование, проводимое на регулярной основе, с последующим консультированием психолога.

Таким образом, при разработке мер профилактики ПВ следует учитывать гендерные особенности женщин. Врачам-женщинам целесообразна профилактика соматоформных расстройств, а также психологическое сопровождение на стадии низкого уровня профессиональной дезадаптации, направленное на предупреждение эмоционального истощения. Без гендерных отличий, на стадии низкого уровня профдезадаптации, с целью контроля роста редукции личностных достижений целесообразно периодически (возможно, 1-2 раза в год) проводить психологическое тестирование. Также очевидна необходимость административной и психологической поддержки, направленной на повышение профессиональной мотивации. Важность профилактических мероприятий подчеркивается тем фактом, что на стадии умеренной профессиональной дезадаптации врачи-женщины продемонстрировали максимально возможный уровень редукции личностных достижений (мужчины – близкий к этому уровень), что делает невозможным оказание медицинской помощи высококачественной услугой.

## ВЫВОДЫ

1. Скорость развития эмоционального выгорания под действием профессионального стресса существенно выше у женщин, чем у мужчин.

2. При развитии профессиональной дезадаптации умеренной степени максимальное изменение

претерпевает редукция личностных достижений, что делает невозможным оказание медицинской помощи на высококачественном уровне.

3. При низком уровне профдезадаптации среди врачей-женщин имеет место более высокая распространенность соматизации, и в более высокой степени, чем у мужчин.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Dmitrieva TB, Drozdov AZ. Sexual and gender aspects of stress tolerance (Analytical review, part 1). *Russian Psychiatric Journal*. 2010; 1: 18-24. Russian (Дмитриева Т.Б., Дроздов А.З. Половые и гендерные аспекты стрессоустойчивости (Аналитический обзор, ч. 1) //Российский психиатрический журнал. 2010. № 1. С. 18-24.)
- Bojko VV. Sindrom «emotsional'nogo vygoraniya» v professional'nom obshhenii. SPb.: Sudarynia, 1999. 28 s. Russian (Бойко В.В. Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении. СПб.: Сударыня, 1999. 28 с.)
- Aksenova EI, Kamy'nina NN, Turzin PS. Professional'ny'j stress meditsinskih rabotnikov: obzor zarubezhny'h praktik: e'k-spertny'j obzor (E'lektronny'j resurs) – E'lektron. tekstovy'e dan. – М.: GBU «НИИОЗММ ДЗМ», 2023. Russian (Аксенова Е.И., Камынина Н.Н., Турзин П.С. Профессиональный стресс медицинских работников: обзор зарубежных практик: экспертный обзор (Электронный ресурс) – Электрон. текстовые дан. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2023.) URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/obzory/> – Загл. с экрана. – 48 с.
- Matyushkina EYa, Roy AP, Rachmanina AA, Kholmogorova AB. Occupational stress and professional burnout in medical workers. *Modern foreign psychology*. 2020; 9(1): 39-49. Russian (Матюшкина Е.Я., Рой А.П., Рахманина А.А., Холмогорова А.Б. Профессиональный стресс и профессиональное выгорание у медицинских работников // Современная зарубежная психология. 2020. Т. 9, № 1. С. 39-49.) doi: 10.17759/jmfp.2020090104
- Shaderkina VA, Krasnyak IV. Physician burnout: the hidden healthcare crisis. Results of an online survey of doctors. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health*. 2022; 8(4): 7-20. Russian (Шадеркина В.А., Красняк И.В. Профессиональное выгорание врачей: скрытый кризис здравоохранения. Данные интернет-опроса врачей //Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2022. Т. 8, № 4. С. 7-20.) doi: 10.29188/2712-9217-2022-8-4-7-20
- Jokwiro Y, Wilson E, Bish M. The extent and nature of stress of conscience among healthcare workers: A scoping review. *Appl Nurs Res*. 2022; 63: 151554. doi: 10.1016/j.apnr.2021.151554
- Emal LM, Tamminga SJ, Daams JG, Kezic S, Timmermans DRM, Schaafsma FG, van der Molen HF. Risk communication about work-related stress disorders in healthcare workers: a scoping review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2022; 95(6): 1195-1208. doi: 10.1007/s00420-022-01851-x
- Klimenko LV, Posukhova OYu. Gender Features of the Professional Identity of Doctors in Medical Dynasties. *Sociodynamics*. 2021; 9: 27-38. Russian (Клименко Л.В., Посухова О.Ю. Гендерные особенности профессиональной идентичности врачей в медицинских династиях //Социодинамика. 2021. № 9. С. 27-38.) doi: 10.25136/2409-7144.2021.9.36560
- Medvedeva EI, Vinogradova KV. Gender aspects of labor behavior of doctors at healthcare institutions in Moscow. *Narodonaselenie (Population)*. 2020; 23(2): 99-111. Russian (Медведева Е.И., Виноградова К.В. Гендерные аспекты трудового поведения врачей учреждений здравоохранения города Москвы //Народонаселение. 2020. Т. 23, № 2. С. 99-111.) doi: 10.19181/population.2020.23.2.9
- Gataullin IG, Zabirowa LM, Gataullin II. Gender aspects of work motivation among oncologists. *Kazan medical journal*. 2017; 98(5): 832-837. Russian (Гатауллин И.Г., Забиrowa Л.М., Гатауллин И.И. Гендерные аспекты мотивации труда врачей-онкологов //Казанский медицинский журнал. 2017. Т. 98, № 5. С. 832- 837.) doi: 10.17750/KMJ2017-832
- Rodina OM, Dmitrieva MA. Otsenka professionalnoi dezadaptatsii. Russian (Родина О.М., Дмитриева М.А. Оценка профессиональной дезадаптации.) <http://hr-portal.ru/tool/oprosnik-ocenka-professionalnoy-dezadaptatsii>
- Vodopyanova NE, Starchenkova ES, Nasledov AD. Standardized questionnaire “Professional burnout” for specialists in socionomic professions. *Vestnik of Saint Petersburg University*. 2013; 12(4): 17-27. Russian (Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С., Наследов А.Д. Стандартизированный опросник «Профессиональное выгорание» для специалистов социномических профессий //Вестник СПбГУ. 2013. Т. 12, № 4. С. 17-27.)
- Smulevich AB, Iakhno NN, Terluin B, Zakharova EK, Reichart DV, Andryushenko AV, et al. The Four-Dimensional Symptom Questionnaire (4DSQ) to Assess Distress, Depression, Anxiety and Somatization in Autonomic and Borderline Psychosomatic Disorders. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2014; 114(11): 67-73. Russian (Смулевич А.Б., Яхно Н.Н., Терлуин Б., Захарова Е.К., Рейхарт Д.В., Андриющенко А.В., и др. Четырехмерный опросник для оценки дистресса, депрессии, тревоги и соматизации (4ДДТС) при вегетативных психосоматических расстройствах пограничного уровня //Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014. Т. 114, № 11. С. 67-73.)
- Kobyakova OS, Deev IA, Kulikov ES, Pimenov ID, Khomyakov KV. Burnout in doctors and medical errors. Is there a connection? *Social aspects of population health*. 2016; 7: 5-7. Russian (Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С., Пименов И.Д.,

- Хомяков К.В. Эмоциональное выгорание у врачей и медицинские ошибки. Есть ли связь? //Социальные аспекты здоровья населения. 2016. № 7. С. 5-7.)
15. Shcherbatykh IuV. Psikhologiya stressa: popul. entsikl. M.: EKSMO, 2005. 302 s. Russian (Щербатых Ю.В. Психология стресса: попул. энцикл. М.: ЭКСМО, 2005. 302 с.)
16. Ilin EP. Emotsii i chuvstva. SPb.: Piter, 2001. 752 s. Russian (Ильин Е.П. Эмоции и чувства. СПб.: Питер, 2001. 752 с.)
17. Polyakova OB. Psychological characteristics of the reduction of personal achievement as a component of professional deformation of psychologists and teachers. *Theoretical and Experimental Psychology*. 2011; 4(2): 47-61. Russian (Полякова О.Б. Психологические особенности редукции личных достижений как составляющей профессиональных деформаций психологов и педагогов //Теоретическая и экспериментальная психология. 2011. Т. 4, № 2. С. 47-61.)
18. Druzhinin VN. Psikhologiya obshchikh sposobnostei. SPb.: Piter, 2007. 358 s. Russian (Дружинин В.Н. Психология общих способностей. СПб.: Питер, 2007. 358 с.)
19. Vodopianova NE., Starchenkova ES. Sindrom vygoraniia: diagnostika i profilaktika. SPb., 2008. 336 s. Russian (Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика. СПб., 2008. 336 с.)
20. Zeer EF. Psikhologiya professii: Uchebnoe posobie dlia studentov vuzov. Ekaterinburg: Delovaia kniga, 2003. 336 s. Russian (Зеер Э.Ф. Психология профессий: Учебное пособие для студентов вузов. Екатеринбург: Деловая книга, 2003. 336 с.)

#### Сведения об авторах:

ПОТЕРЯЕВА Елена Леонидовна, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России; главный научный сотрудник отдела гигиенических исследований, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: sovetmedin@yandex.ru

ФЕДОРОВА Лилия Темурхановна, аспирант кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: liliana\_113@mail.ru

СМИРНОВА Елена Леонидовна, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: smelel@mail.ru

НЕСИНА Ирина Алексеевна, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России; главный научный сотрудник отдела гигиенических исследований, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: pegasinanesina@yandex.ru

#### Information about authors:

POTERYAEVA Elena Leonidovna doctor of medical sciences, professor, head of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology, Novosibirsk State Medical University; chief researcher of the department of hygienic research, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia. E-mail: sovetmedin@yandex.ru

FEDOROVA Liliya Temurhanovna, postgraduate student of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

E-mail: liliana\_113@mail.ru

SMIRNOVA Elena Leonidovna doctor of medical sciences, docent, professor of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia. E-mail: smelel@mail.ru

NESINA Irina Alexeevna doctor of medical sciences, professor, professor of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology, Novosibirsk State Medical University; chief researcher of the department of hygienic research, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia. E-mail: pegasinanesina@yandex.ru

**Корреспонденцию адресовать:** СМИРНОВА Елена Леонидовна, 630091, г. Новосибирск, Красный пр., д. 52, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России

E-mail: smelel@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.10.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-59-63 EDN: PCOSZI

**Информация для цитирования:**

Просвиркина Е.В., Сахарчук А.Ю., Попов Д.М., Руднев С.Д. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 59-63.

**Просвиркина Е.В., Сахарчук А.Ю., Попов Д.М., Руднев С.Д.**Кемеровский государственный медицинский университет,  
г. Кемерово, Россия

## ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются одной из основных причин смертности во всем мире. В их профилактике ключевую роль играет ранняя диагностика, при этом дефицит опытных врачей и экономически эффективных устройств делают кардиологическое обследование пациентов затрудненным в сельской местности, малонаселенных, отдаленных и труднодоступных районах. В качестве системы поддержки принятия решения предложенная модель, в которой применено машинное обучение, может служить возможным решением для быстрой удаленной диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

**Цель работы** – исследование возможности использования нейронных сетей глубокого обучения для диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы с удаленным подключением к глобальной сети Интернет.

**Материал и методы исследования.** В работе использован метод сравнительного анализа устройств для проведения электронной аускультации и соответствующего программного обеспечения. Для получения прогнозирующей модели использовалось трансферное обучение, предоставляемое веб-сервисом «Teachable Machine». Для разработки веб-приложения использовался язык программирования JavaScript, библиотеки машинного обучения TensorFlow.js и распознавания речи «Speech Command Recognizer».

**Результаты.** Предложенная модель проверена на тестовых наборах данных в режиме удаленной диагностики в глобальной сети Интернет. Выполнена проверка в режиме реального времени при подключении электронного стетоскопа к аудиовходу персонального компьютера. Испытание модели на тестовом наборе аудиоданных показало возможность диагностировать сердечные аномалии с точностью более 90%.

**Заключение.** Разработанный программно-аппаратный комплекс является системой поддержки принятия врачебных решений, и может рассматриваться как дополнительная возможность квалифицированной медицинской помощи в отдаленных и труднодоступных местностях, а также для обучения и помощи молодым специалистам.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистые заболевания; диагностика; электронный стетоскоп; машинное обучение; обученная модель

**Prosvirkina E.V., Sakharchuk A.Yu., Popov D.M., Rudnev S.D.**

Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

### THE USE INTEGRATION OF MACHINE LEARNING FOR CARDIOVASCULAR DISEASE DIAGNOSIS

**The aim of the research** – the possibility of using deep learning neural networks for diagnosing cardiovascular diseases with remote access to the global Internet investigated.

**Materials and methods.** The method of comparative analysis of devices for conducting electronic auscultation and the corresponding software was used. Transfer learning provided by the Teachable Machine web service to obtain a predictive model used. The JavaScript programming language, the TensorFlow.js machine learning library, and the Speech Command Recognizer to develop the web application were used.

**Results.** The proposed model on test datasets in the remote diagnostics mode on the global Internet was developed and tested. In real time with connecting the electronic stethoscope to the audio input of a personal computer was performed. The proposed model on the dataset of audio showed the possibility of diagnosing cardiac abnormalities with an accuracy of more than 90% were tested.

**Key words:** cardiovascular diseases; electronic stethoscope; machine learning; model

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются одной из основных причин смертности во всем мире. По данным ВОЗ, более 30% смертей происходит в результате сердечно-сосудистых заболеваний [1]. В их профилактике ключевую роль играет ранняя диагностика, при этом дефицит опытных

врачей и экономически эффективных устройств делают кардиологическое обследование пациентов затрудненным в сельской местности, малонаселенных, отдаленных и труднодоступных районах. Условия для решения этой проблемы создаются развитием цифровых технологий, в число которых входят ши-

рокое покрытие территории страны сотовой связью, развитие облачных сервисов и технологий искусственного интеллекта.

Несмотря на то, что существует значительный практический опыт по удаленной диагностике с применением электронных стетоскопов и других аналогичных приборов [2], выполненный литературный поиск показал, что до настоящего времени недостаточно изучена возможность повышения качества диагностики за счет использования искусственного интеллекта (нейросетей) (модели обладают низкой точностью, неэффективны) [3, 4]. В настоящей работе проведено исследование возможности применения нейронных сетей глубокого обучения для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), а также возможностей Интернет и облачных сервисов в процессе диагностики. Это позволит применять в процессе диагностики более дешевые и доступные устройства, повысить эффективность диагностики специалистов с недостаточным опытом, создать новые возможности для обучения врачей.

**Цель работы** — исследовать возможность применения машинного обучения для быстрой диагностики ССЗ.

В исследовании можно выделить следующие задачи: 1) проведение сравнительного анализа устройств и программного обеспечения для электронной аускультации с возможностью записи файлов с аудиоданными; 2) создание наборов данных для обучения и тестирования модели машинного обучения; 3) исследование полученной модели машинного обучения; 4) разработка тестового веб-приложения для удаленной диагностики в среде глобальной сети Интернет.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первым этапом разработки программно-аппаратного комплекса являлась подготовка данных для машинного обучения.

На основании классификации Министерства здравоохранения Российской Федерации были выбраны следующие ССЗ, для диагностики которых может быть применена аускультация:

- 1 аортальный стеноз;
- 2 аортальная недостаточность;
- 3 митральный стеноз;
- 4 митральная недостаточность;
- 5 трикуспидальная недостаточность;
- 6 трикуспидальный стеноз;
- 7 фибрилляция предсердий;
- 8 трепетание предсердий;
- 9 желудочковая тахикардия;
- 10 наджелудочковая тахикардия.

Всего база данных таким образом должна включать 11 групп файлов, соответствующих пациентам без диагностированных ССЗ и пациентам с установленным диагнозом из вышеприведенного списка. Распределение файлов с аудиоданными по дополни-

тельным признакам, таким как пол, возраст, и т.д., не производится, поскольку характерные признаки, соответствующие определенному заболеванию, не имеют половых и других особенностей, кроме того, файлы формируются обезличенно.

Для подготовки набора данных использовались три различных электронных стетоскопа.

- 1 цифровой стетоскоп Littmann Core Digital;
- 2 цифровой стетоскоп Lung Pass;
- 3 электронный стетоскоп Phonendo.

Сравнительный анализ цифровых стетоскопов показал, что цифровой стетоскоп Littmann Core Digital представляет собой стетоскоп Littmann Cardiology IV с предварительно собранной цифровой насадкой CORE Littmann. Для работы со стетоскопом предварительно был проведен поиск и установлено на смартфон (под управлением ОС Android) приложение Eko App, которое обеспечивает хранение и аннотирование 15-, 30-, 60- или 120-секундных записей. Программный комплекс Eko Analysis Software, частью которого является приложение, имеет проприетарную систему поддержки принятия врачебных решений, доступ к которой возможен только для пользователей цифрового стетоскопа Littmann Core digital в США, вне США доступна только базовая функциональность. В рамках доступной на территории Российской Федерации функциональности записанная аудиограмма хранится на серверах компании, и доступна на сайте компании Eko Health при регистрации. В своем личном кабинете пользователь может загрузить записанные файлы в формате mp3.

Цифровой стетоскоп Lung Pass обеспечивает снятие аудиограммы и позволяет выявлять признаки пневмонии и хронической обструктивной болезни легких. Для работы со стетоскопом на смартфон было установлено приложение Lung Pass. Данное приложение создает аудиограмму, снятую в 11 точках аускультации, и позволяет переслать ее любому потенциальному получателю.

Электронный стетоскоп Phonendo предназначен для аускультации и усиления исключительно слабых звуков тела, исходящих из сердца и легких, что обеспечивает аускультацию без нарушения целостности средств индивидуальной защиты. Для работы необходимо сопряжение с устройством-партнером по протоколу беспроводной связи Bluetooth после установки приложения Phonendo.

С учетом результатов проведенного анализа, было принято решение о добавлении в функционал приложения, входящего в разрабатываемый программный комплекс, возможности подсказок по правильному расположению стетоскопа для проведения самообследования пациента [5].

Таким образом, в рамках проводимого исследования принята следующая методика снятия и записи аудиофайлов: обследование должно проводиться специалистом, имеющим медицинское образование, и необходимую квалификацию для проведения диагностических процедур, в пяти вышеуказанных точках аускультации в заданной последовательно-

сти; полученные файлы должны при необходимости редактироваться в звуковом редакторе для удаления посторонних шумов и нормализации громкости записанного сигнала, и затем храниться в базе данных – наборе данных для машинного обучения.

**Модель машинного обучения.** Разработка моделей глубокого обучения является ресурсоемким процессом, требующим значительных наборов данных и вычислительных мощностей. Поэтому для получения модели машинного обучения использовался веб-инструмент «Teachable Machine by Google Creative Lab» (ТМ). Сервис ТМ использует предварительно обученные модели. Такой подход обеспечивает универсальность и эффективность. Используя эти уже существующие модели, разработчики могут получить доступ к результату накопленных знаний, извлеченных из огромных наборов данных и бесчисленных итераций обучения. Данный подход известен как трансферное обучение, позволяет быстро адаптировать эти модели к конкретным вариантам использования, значительно сократить время разработки и требования к ресурсам. Сервис ТМ использует библиотеку машинного обучения TensorFlow.js, позволяющую разрабатывать сложные нейронные сети для специализированных задач «с нуля».

Для звуковых моделей в ТМ используется нейронная сеть «Speech Command Recognizer» (SCR) – распознаватель речевых команд. Это модуль JavaScript, который позволяет распознавать голосовые команды, состоящие из простых отдельных английских слов из небольшого словарного запаса. Словарный запас по умолчанию включает в себя следующие слова: десять цифр от «нуля» до «девятого», «вверх», «вниз», «влево», «вправо», «иди», «стоп», «да», «нет», а также дополнительные категории «неизвестное слово» и «фоновый шум». Распознаватель речевых команд использует для цифровой обработки звука API WebAudio – интерфейс программирования веб-браузера. Обучение модели и вывод осуществляется полностью в веб-браузере за счет использования TensorFlow.js.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Поскольку для обучения модели в ТМ требуются более 10 файлов аудиоданных, исследование модели выполнено по четырем классам заболеваний.

На сайте ТМ была создана модель для распознавания аудиоданных. В качестве фонового шума были загружены 20 файлов аудиоданных пациентов без диагностированных ССЗ. Затем созданы 4 класса аудиоданных, куда были загружены 28 файлов аудиоданных пациентов с установленным диагнозом: аортальный стеноз, 52 – с аортальной недостаточностью, 55 – с митральным стенозом и 31 – с митральной недостаточностью. Формат файлов аудиограмм: mp3 (частота дискретизации 44100 Гц, стерео, битрейт 256 Кбит/с). Количество файлов для обучения модели – 186.

На следующем этапе было проведено обучение модели и проведена проверка с помощью файлов,

не входящих в обучающий набор. Для оценки качества модели машинного обучения использовалась метрика качества *accuracy* – доля правильных ответов [4]:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)},$$

где:

*TP* (true positive) – число истинноположительных, верно отнесенных к классу *i* примеров;

*TN* (true negative) – число истинноотрицательных, верно не отнесенных к классу *i* примеров, отнесенных к некоторому другому классу  $j \neq i$ ;

*FP* (false positive) – число ложноположительных, ошибочно отнесенных к классу *i* примеров;

*FN* (false negative) – число ложноотрицательных примеров, ошибочно отнесенных к некоторому другому классу  $j \neq i$ , в то время как истинный класс примеров – *i*.

При проверке на тестовом наборе *accuracy* принимала значение в диапазоне 0,95...0,99. Таким образом, проверка результатов обработки на файлах, не входящих в базу данных, показала, что модель успешно распознает типичные ССЗ.

Таким образом, проверка результатов обработки на аудиоданных, не входящих в базу данных, показала, что модель успешно распознает типичные ССЗ.

### Программно-аппаратный комплекс

Для разработки программной части комплекса обучающая модель была выгружена с сайта ТМ в виде файлов metadata.json, model.json, weights.bin:

- metadata.json – метаданные, JSON-файл, указывающий версии используемых библиотек, метаданные о пользователе и имени модели, а также список имен меток и размер изображений (спектрограмм), используемых для обучения модели;

- model.json – модель, JSON-файл, определяющий топологию модели;

- weights.bin – весовые коэффициенты, BIN-файл, определяющий веса обученной модели.

Исходными данными для прогноза модели является матрица, в которой каждый столбец является спектром короткого участка исходного аудиосигнала. Матрица является результатом последовательного применения преобразования Фурье к коротким участкам аудиосигнала. В библиотеке TensorFlow.js для получения матрицы используется кратковременное преобразование Фурье (short-time Fourier transform, STFT) [6]. В программном коде приложения необходимо выполнить последовательное преобразование Фурье и передать результаты объекту SCR.

SCR может работать в двух режимах распознавания:

- 1) Распознавание потокового вещания в режиме онлайн, во время которого библиотека автоматически открывает канал аудиовхода с помощью API-интерфейсов веб-браузера (запрашивая разрешение у пользователя) и выполняет распознавание аудиовхода в режиме реального времени;

- 2) Распознавание оффлайн, при котором необходимо подготовить и передать SCR предваритель-

но созданный массив данных из файла аудиоданных.

Программно-аппаратный комплекс создавался с поддержкой этих двух режимов. Проверка первого и второго режимов распознавания на тестовом наборе аудиоданных показала результаты, аналогичные полученным на сайте ТМ. Разработка веб-приложения осуществлялась в конструкторе сайтов «Tilda Publishing». Основной программный код был размещен в блоке T-123 (HTML-код). Для получения данных спектрограммы из файлов аудиоданных использовался инструментарий API WebAudio веб-браузера. Модель после распознавания возвращает результаты последовательного преобразования Фурье, которые используются для вывода в браузер спектрограммы. Для отображения спектрограммы в режиме реального времени использовался модуль JavaScript графического представления спектрограмм доктора А.Р. Коллинза. На рисунке 1 показана спектрограмма, полученная по данным обработки файла «Аортальная недостаточность.mp3».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало эффективность использования нейросети и целесообразность разработки программно-аппаратного комплекса с использованием библиотеки SCR. Библиотека мо-

жет быть использована в режиме «online» в веб-браузере для работы с аудиовходом или в режиме «offline» для работы с файлами. Таким образом, предоставляется программный интерфейс TensorFlow.js и все возможности экосистемы JavaScript. Библиотека TensorFlow.js имеет несколько преимуществ, таких как размер модели машинного обучения, скорость, но наиболее важное преимущество для программно-аппаратного комплекса — это конфиденциальность. TensorFlow.js предоставляет возможность обучать и классифицировать данные на клиентской машине, не отправляя данные на сторонний сервер.

Оценка модели на тестовом наборе аудиоданных показала возможность диагностировать сердечные аномалии с точностью более 90%.

Разработанный программно-аппаратный комплекс предоставляет возможность для помощи врачу в установлении диагноза, обеспечение возможности квалифицированной медицинской помощи в отдаленных и труднодоступных местностях, обучение и помощь молодым специалистам.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

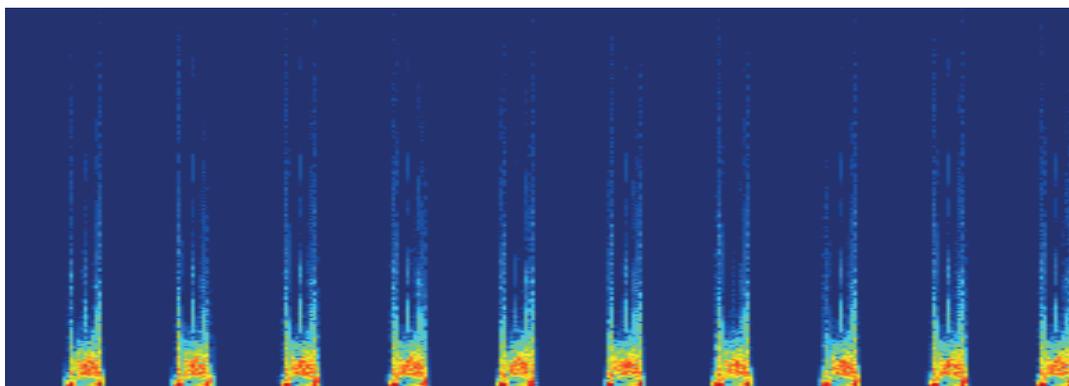
Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Рисунок

Спектрограмма аудиосигнала файла «Аортальная недостаточность.mp3»

Figure

Spectrogram of the audiosignal "Aortic insufficiency.mp3"



## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Sadr H, Salari A, Ashoobi MT, Nazari M. Cardiovascular disease diagnosis: a holistic approach using the integration of machine learning and deep learning models. *Eur J Med Res*. 2024; 29(1): 455. doi: 10.1186/s40001-024-02044-7
2. Garanin AA, Aydumova OY, Rubanenko AO, Bibikova EG. Digital stethoscope: a new era of auscultation. *Digital Diagnostics*. 2024; 5(4): 808-818. Russian (Гаранин А.А., Айдумова О.Ю., Рубаненко А.О., Бибикова Е.Г. Цифровой стетоскоп – новая эра аускультации //Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № 4. С. 808-818.) doi: 10.17816/DD632499
3. Huang J, Cai Y, Wu X, Huang X, Liu J, Hu D. Prediction of mortality events of patients with acute heart failure in intensive care unit based on deep neural network. *Comput Methods Programs Biomed*. 2024; 256: 108403. doi: 10.1016/j.cmpb.2024.108403
4. Mohamed N, Lafi Almutairi R, Abdelrahim S, Alharbi R, Alhomayani FM, Alsulami A, Alkhalaf S. Deep convolutional fuzzy neural networks with stork optimization on chronic cardiovascular disease monitoring for pervasive healthcare services. *Sci Rep*. 2025; 15(1): 19008. doi: 10.1038/s41598-025-02924-w

5. Prosvirkina EV, Sakharchuk AYu. The the use of artificial intelligence in the processing of audiograms were researched. *Strategic Directions for the Development of Science, Medicine, Digital and Educational Technologies: Collection of Scientific Articles*. Kemerovo, 2024. P. 197-200. Russian (Просвиркина Е.В., Сахарчук А.Ю. Исследование работы искусственного интеллекта при обработке аудиограмм //Стратегические векторы развития науки, медицины, цифровых и образовательных технологий: Сборник научных статей. Кемерово, 2024. С. 197-200.)
6. Sakhigbareeva MV, Zaozersky AYu. Developing an artificial intelligence-based system for medical prediction. *Bulletin of Russian State Medical University*. 2017; 6: 42-46. Russian (Сахибгареева М.В., Заозерский А.Ю. Разработка системы прогнозирования диагнозов заболеваний на основе искусственного интеллекта //Вестник РГМУ. 2017. № 6. С. 42-46.)

**Сведения об авторах:**

ПРОСВИРКИНА Елена Владимировна, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедрой медицинской, биологической физики и высшей математики, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: prosvirkina.ev@kemsma.ru

САХАРЧУК Алексей Юрьевич, клинический ординатор, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: alex90s03kemerovo@mail.ru

ПОПОВ Дмитрий Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедры медицинской, биологической физики и высшей математики, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: scxf1999@gmail.com

РУДНЕВ Сергей Дмитриевич, доктор техн. наук, профессор, профессор кафедры медицинской, биологической физики и высшей математики, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

E-mail: sdrudnev@yandex.ru

**Information about authors:**

PROSVIRKINA Elena Vladimirovna, candidate of chemical sciences, docent, head of the department of medical and biological physics and higher mathematics, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: prosvirkina.ev@kemsma.ru

SAKHARCHUK Aleksey Yuryevich, clinical resident, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: alex90s03kemerovo@mail.ru

POPOV Dmitry Mikhailovich, candidate of technical sciences department of medical and biological physics and higher mathematics, docent of the, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: scxf1999@gmail.com

RUDNEV Sergey Dmitrievich, doctor of technical sciences, professor, professor of the department of medical and biological physics and higher mathematics, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

E-mail: sdrudnev@yandex.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ПРОСВИРКИНА Елена Владимировна, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России

E-mail: prosvirkina.ev@kemsma.ru

**Информация для цитирования:**

Савченко О.А., Новикова И.И., Потеряева Е.Л., Чуенко Н.Ф. ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ-МИШЕНЕЙ КРЫС WISTAR, НАХОДИВШИХСЯ ПОД КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ И ШУМА В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 64-74.

**Савченко О.А., Новикова И.И., Потеряева Е.Л., Чуенко Н.Ф.**

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора,  
Новосибирский государственный медицинский университет,  
г. Новосибирск, Россия



## ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ-МИШЕНЕЙ КРЫС WISTAR, НАХОДИВШИХСЯ ПОД КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ И ШУМА В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Оценка морфологического состояния органов-мишеней крыс Wistar, находившихся под комбинированным воздействием общей вибрации и шума в модельных условиях хронического эксперимента, способствует установлению начальных патологических изменений во внутренних органах, запускающих процессы ускоренного старения.

**Цель исследования** – оценка морфологического состояния органов-мишеней крыс Wistar, находившихся под комбинированным воздействием общей вибрации и шума в модельных условиях хронического эксперимента.

**Материал и методы.** Исследованию подверглись 60 лабораторных крыс Wistar, распределенных на 2 группы (опытную, находившуюся под комбинированным воздействием общей вибрации и шума (на уровне 1,5 ПДУ), и группу сравнения (интактные животные)) по 30 особей (15 самок и 15 самцов) в каждой, у которых в 180-дневной динамике с интервалом в 2 месяца (через 60-120-180 суток) проводился морфогистологический анализ тканей внутренних органов. Дополнительно, для проведения фонового анализа, в группу сравнения выделено по пять разнополых особей. На 0-е сутки (фон), и через 60-120-180 суток по 10 крыс из каждой группы подвергались эвтаназии с помощью хлороформа (шприцем вводили в эксикатор 3-5-10 мл хлороформа до наступления наркотического сна) и некропсии для гистопатологических исследований. Окраска срезов гематоксилин и эозин. Опыты на животных проводили согласно правилам Европейской конвенции по защите животных, используемых в научных целях, после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. При патоморфологических (гистологических) исследованиях тканей крыс Wistar использовались общепринятые и унифицированные методы.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследования свидетельствуют о негативном комбинированном воздействии общей вибрации и шума (1,5 ПДУ) на морфологическую структуру внутренних органов крыс Wistar. Первичные патологические изменения выявляются уже после 60 суток эксперимента, тогда как через 180 суток наблюдается значительное усиление структурных нарушений, особенно в сердце, печени и почках.

**Заключение.** Развитие структурных патологических изменений в двух и более внутренних органах у крыс опытной группы (подвергавшихся комбинированному воздействию общей вибрации и шума) можно рассматривать, как один из индикаторов преждевременного старения у теплокровных организмов при нахождении длительное время в условиях воздействия физических факторов производственной вредности.

**Ключевые слова:** комбинированное воздействие; общая вибрация и шум; крысы; хронический эксперимент; морфогистологические исследования; биомаркер ускоренного старения

**Savchenko O.A., Novikova I.I., E.L. Poteriaeva, Chuenko N.F.**

Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene,  
Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

### ASSESSMENT OF THE MORPHOLOGICAL STATE OF TARGET ORGANS IN WISTAR RATS THAT WERE EXPOSED TO COMBINED VIBRATION AND NOISE IN A CHRONIC EXPERIMENT

The assessment of the morphological state of the target organs of Wistar rats exposed to combined general vibration and noise in a chronic experiment model helps to identify the initial pathological changes in the internal organs that trigger accelerated aging processes.

**The aim of the study** is to assess the morphological condition of the target organs of Wistar rats that were subjected to combined exposure to overall vibration and noise in the model conditions of a chronic experiment.

**Materials and methods.** The study involved 60 Wistar laboratory rats divided into 2 groups (experimental, which was under the combined influence of general vibration and noise (at the level of 1.5 MPU), and comparison group (intact animals)) There were 30 individuals (15 females and 15 males) each, in which a morphohistological analysis of the tissues of internal organs was carried out in 180-day dynamics with an interval of 2 months (after 60-120-180 days). In addition, for background analysis, five individuals of each sex were selected for the comparison group. On the 0th day (background), and after 60-120-180 days, 10 rats from each group were euthanized using chloroform (3-5-10 ml of chloroform was injected into an excicator using a syringe until the rats were in a state of narcosis) and necropsied for histopathological studies. The sections were stained with hematoxylin and eosin.

Animal experiments were conducted in accordance with the European Convention for the Protection of Animals Used for Scientific Purposes, after approval by the Ethics Committee of the Novosibirsk Research Institute of Hygiene.

**Results and their discussion.** The results of the study indicate the negative combined effect of whole-body vibration and noise (1.5 MAC) on the morphological structure of the internal organs of Wistar rats. Primary pathological changes are already detected after 60 days of the experiment, while after 180 days there is a significant intensification of structural disturbances, especially in the heart, liver, and kidneys.

**Conclusion.** The development of structural pathological changes in two or more internal organs in rats of the experimental group (exposed to combined effects of general vibration and noise) can be considered as one of the indicators of premature aging in warm-blooded organisms when exposed to physical factors of occupational hazards for a long time.

**Key words:** combined effects; general vibration and noise; rats; chronic experiment; morphohistological studies; biomarker of accelerated aging

Производственные факторы (стрессоры) способны оказывать как изолированное, так и комбинированное воздействие на организм [1, 2], что приводит к повышению риска развития профессиональных заболеваний [3, 4] и преждевременному старению. Согласно статистике, наибольший удельный вес в структуре профессиональной патологии в последние годы занимают заболевания, вызванные физическими факторами [5]. За ними следуют расстройства, связанные с физическими перегрузками и сверхурочной работой [6]. Реже регистрируются патологии, обусловленные воздействием промышленных аэрозолей и химических веществ [7-9].

Исследователями установлено, что длительное шумовое [10-11] и вибрационное [12] воздействие оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека и теплокровных организмов. Однако, до настоящего времени многие вопросы сочетанного воздействия физических факторов на теплокровный организм [13, 14], в том числе и на состояние внутренних органов, остаются до конца не выясненными.

Изучение морфогистологической структуры тканей внутренних органов на модельных организмах играет важную роль в установлении начальных патологических изменений во внутренних органах для определения силы и продолжительности факторов риска, так как позволяют выявить проявления начальной патологии, биомаркеры развития заболеваний и ускоренного старения [15], что способствует принятию своевременных решений, направленных на предотвращение дальнейшего течения патологического процесса в организме.

Исследование структурных изменений в органах-мишенях крыс Wistar при хроническом комбинированном воздействии общей вибрации и шума (1,5 ПДУ) позволяет выявить ранние патологические нарушения, лежащие в основе ускоренного старения, что определяет ценность данной работы.

**Целью нашей работы** является оценка морфологического состояния органов-мишеней крыс Wistar, находившихся под комбинированным воздействием

общей вибрации и шума в модельных условиях хронического эксперимента.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте использовали 60 крыс линии Wistar (30 самок массой 198,1 ± 0,4 г и 30 самцов массой 325,2 ± 0,8 г, возраст 6 месяцев), разделенных на две группы.

Опытная группа (n = 30) подвергалась комбинированному воздействию общей вибрации [технологическая вибрация (таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и/или безвредности для человека факторов среды обитания»), 1-63 Гц, ОХ/У/З: 57,3-103,6 дБ, эквивалентный уровень 98,6-102,1 дБ] и шума (81,5-85,3 дБА) на уровне 1,5 ПДУ в течение 0,5 часа ежедневно (5 дней в неделю находилась в вибрационно-шумовой камере).

Группа сравнения (n = 30) содержалась в стандартных условиях (температура 22-24°C, влажность 45%).

Дополнительно для фонового анализа выделены 5 разнополых особей. В динамике (0, 60, 120 и 180 суток) проводили морфогистологическое исследование тканей внутренних органов (по 10 животных на этап). Эвтаназию осуществляли хлороформом с последующей некропсией. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Эксперимент проведен в октябре 2024 – марте 2025 гг. в соответствии с Европейской конвенцией о защите лабораторных животных и Руководством по уходу и использованию лабораторных животных. Протокол исследования одобрен этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» (№ 5 от 10.09.2024).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Морфологическое исследование миокарда, легких, печени, почек и селезенки от 10 животных в

исходный момент исследования (0 сутки) не выявило патологических отклонений (рис. 1).

Морфологический анализ внутренних органов (почка, печень, легкое, миокард, селезенка, окраска: гематоксилин-эозин) проводился в динамике 180-дневного эксперимента у крыс Wistar, который показал наличие патологических изменений в опытной группе относительно группы сравнения. Отличий в зависимости от пола в динамике 180-дневного эксперимента не установлено.

Полученные в ходе морфологического анализа внутренних органов результаты указывают на наличие первичных патологических изменений у крыс Wistar после 60 суток комбинированного воздействия общей вибрации и шума (1,5 ПДУ), с развитием более выраженных структурных нарушений в сердце, печени и почках после 180 суток эксперимента. Отличий в зависимости от пола не выявлено.

**В почках** крыс опытной группы после 60 суток комбинированного воздействия (общая вибрация, шум) отмечались гиперемия сосудов, умеренное расширение мочевых пространств почечных телец, в просветах извитых и прямых канальцев нефронов определялись цилиндры. В эпителиоцитах канальцев нефрона определялся бурый пигмент (рис. 2).

После 120 суток морфологические изменения носят аналогичный характер (гиперемия, умеренное

расширение мочевых пространств почечных телец), однако чаще, чем на 60 сутки эксперимента, в проксимальных и дистальных канальцах нефронов определялись гибнущие эпителиоциты. В просветах извитых и прямых канальцев нефронов выявлялись белковые цилиндры и слущенные эпителиоциты (рис. 2). Морфологические изменения в почках крыс после 180-х суток были аналогичны наблюдаемым после 120 суток воздействия. Так, отмечается гиперемия сосудов, часть из которых паретически расширены. Установлено умеренное расширение мочевых пространств почечных телец нефронов, в просветах извитых и прямых канальцев нефронов определяются цилиндры (рис. 2). В стенке проксимальных и дистальных канальцев нефронов определяются гибнущие эпителиоциты. Характерными признаками гибнущих клеток являются кариопикноз или отсутствие ядра, гиперэозинофилия цитоплазмы. В эпителиоцитах канальцев нефрона определяется бурый пигмент. В группе сравнения схожих изменений в структуре почек после 60-х, 120-х и 180-х суток не наблюдалось.

**В печени** крыс опытной группы после 60 суток воздействия (общая вибрация, шум) наблюдается гиперемия сосудов, встречаются двуядерные и одноядерные полиплоидные гепатоциты, слабая вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов, также определя-

**Рисунок 1**  
**Морфологическое исследование внутренних органов (почка, печень, легкое, миокард, селезенка, окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 0-е сутки (масштабная линейка указана на фото)**  
**Figure 1**  
**Morphological study of internal organs (kidney, liver, lung), myocardium, spleen, staining: hematoxylin-eosin) in Wistar rats on day 0 (scale bar indicated in photos)**

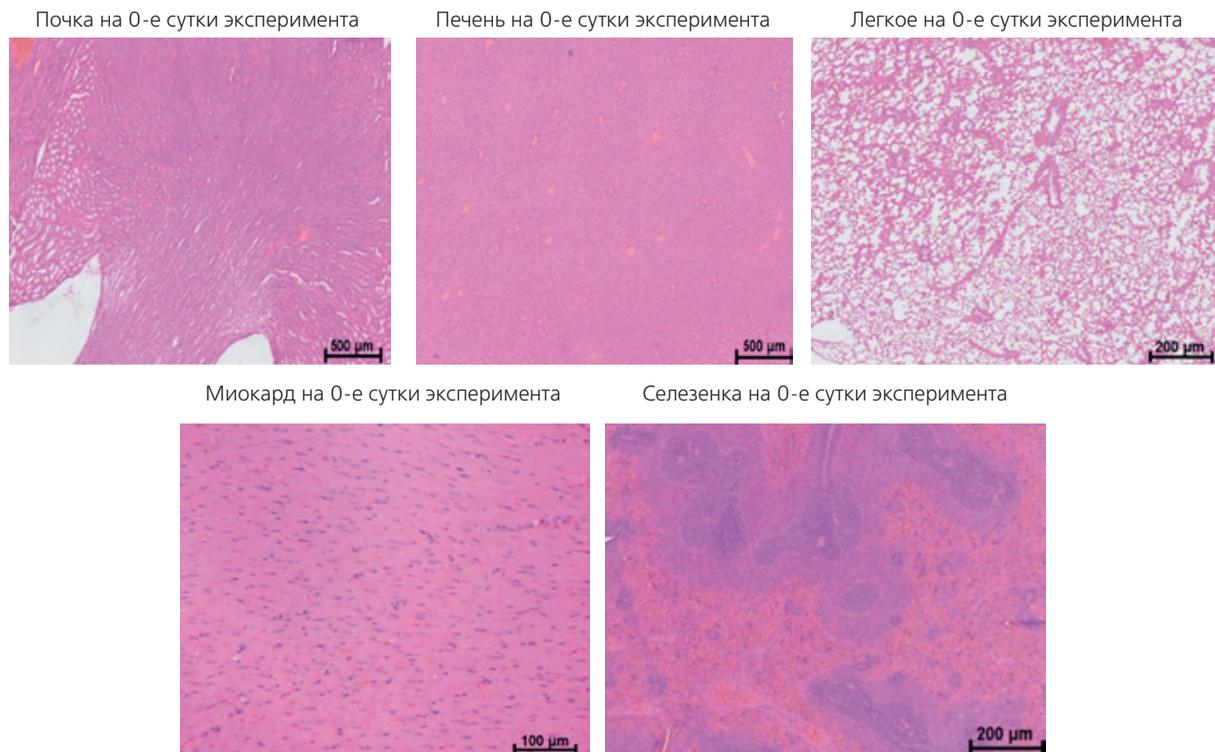


Рисунок 2

Морфологическое исследование почки (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 60-е, 120-е, и 180-е сутки эксперимента (масштабная линейка указана на фото)

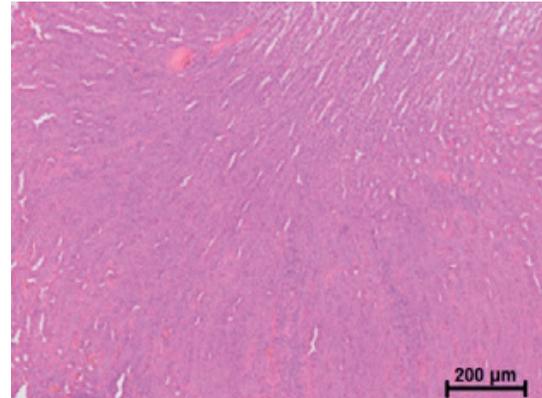
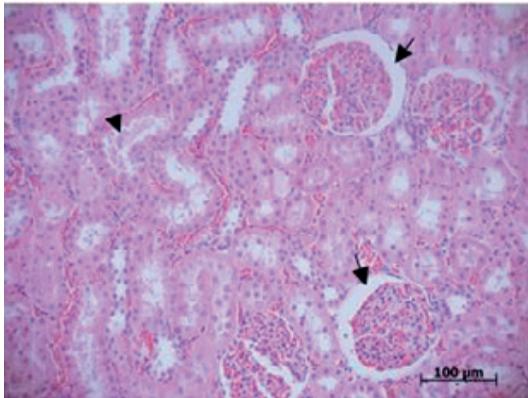
Figure 2

Morphological study of the kidney (staining: hematoxylin-eosin) in Wistar rats on the 60th, 120th, and 180th days of the experiment (scale bar shown in the photo)

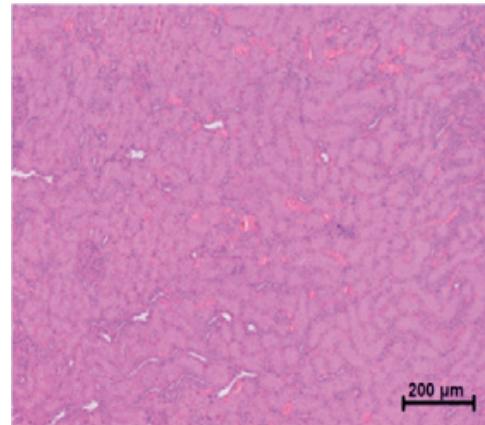
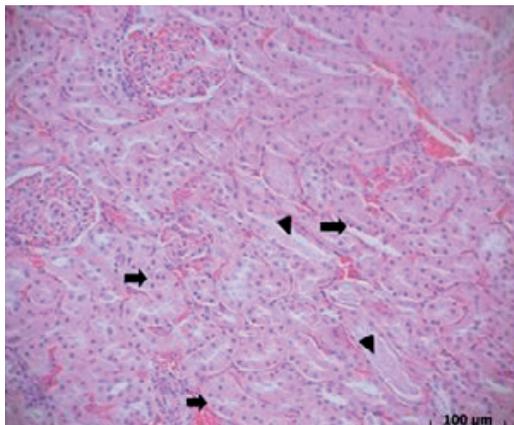
## Опытная группа

## Группа сравнения

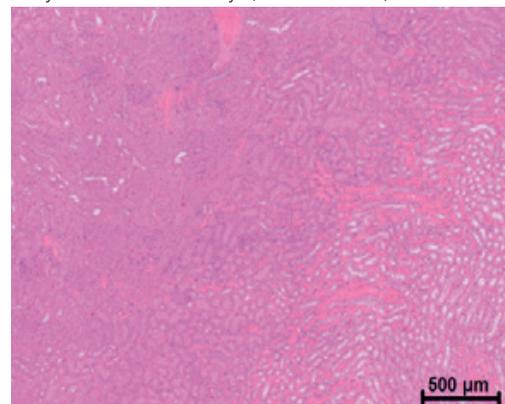
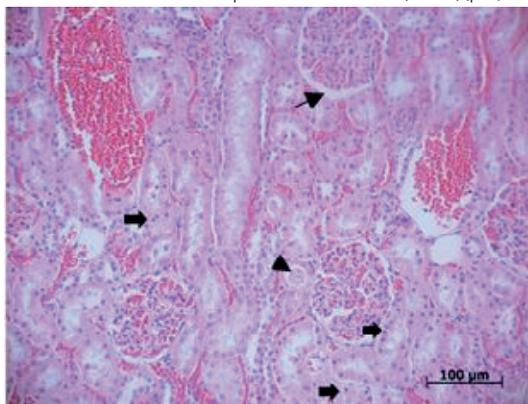
Почка на 60-е сутки эксперимента: стрелки указывают на расширение мочевых пространств почечных телец; головками стрелок отмечены цилиндры



Почка на 120-е сутки эксперимента: стрелки указывают на расширение мочевых пространств почечных телец; головками стрелок отмечены цилиндры; жирные стрелки указывают на гибнущие эпителиоциты



Почка на 180-е сутки эксперимента: стрелки указывают на расширение мочевых пространств почечных телец; головками стрелок отмечены цилиндры; жирные стрелки указывают на гибнущие эпителиоциты



ются единичные гепатоциты с признаками гибели (кариопикноз, гиперэозинофилия цитоплазмы), перипортальная соединительная ткань инфильтрирована (рис. 3).

Изменения в печени крыс опытной группы после 120 суток комбинированного воздействия физических факторов (общая вибрация, шум): гиперемия сосудов, встречаются двуядерные и одноядерные полиплоидные гепатоциты, умеренная вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов, определяются единичные гепатоциты с признаками гибели, перипортальная соединительная ткань инфильтрирована (рис. 3).

Изменения в печени крыс опытной группы после 180 суток воздействия (общая вибрация, шум) более выражены, чем на 120 сутки эксперимента (рис. 3). Наблюдается гиперемия сосудов, встречаются двуядерные и одноядерные полиплоидные гепатоциты, выраженная вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов (вакуольная дистрофия), определяются единичные гепатоциты с признаками гибели, мелкоочаговые инфильтраты в дольке (рис. 3). В группе сравнения схожих изменений в тканях печени после 60-х, 120-х и 180-х суток не наблюдалось (рис. 3).

**В легких** крыс опытной группы после 60 суток воздействия (общая вибрация, шум) наблюдается неравномерная воздушность (рис. 4). Толщина альвеолярных перегородок увеличена за счет умеренной гиперемии и мононуклеарной инфильтрации. Перибронхиально и периваскулярно также определяется лимфоцитарная инфильтрация. Крупные бронхи окружены выраженной перибронхиальной лимфоидной тканью. В просвете крупных бронхов часто определяются слущенные эпителиоциты. У одного самца после 60 суток воздействия в просвете альвеол определяются эритроциты.

В легких крыс опытной группы после 120 суток морфологические изменения становятся более выражены, чем на 60 сутки эксперимента: легкие резко гиперемированы, наблюдается диапедез эритроцитов из кровеносных капилляров в строму альвеолярных перегородок. В просвете бронхов выявляются слущенные эпителиоциты, а также скопления нейтрофилов. Альвеолярные перегородки содержат гемосидерофаги (рис. 4). Обращает на себя внимание более неравномерная воздушность легочных ацинусов: наряду с уменьшенными альвеолами с утолщенными альвеолярными перегородками наблюдаются эмфизематозно расширенные ацинусы с истонченными альвеолярными перегородками. В крупных артериях в субинтимальном слое или в медиі определяются базофильные неклеточные образования (вероятно, кальцинаты).

После 180 суток комбинированного воздействия физических факторов, морфологические изменения легких аналогичны наблюдаемым на 120 сутки эксперимента, но более ярко выражены: резкая гиперемия, неравномерная воздушность, периваскулярная и перибронхиальная инфильтрация, слущенные эпителиоциты в просвете бронхов (рис. 4). В от-

дельных случаях в легких наблюдаются эритроциты в просвете альвеол. Обращает на себя внимание более выраженная перибронхиальная лимфоидная ткань, а также наличие тубулярных эпителиальных структур в ней. Единичные гемосидерофаги определяются чаще в перибронхиальной лимфоидной ткани. В крупных артериях в легких в субинтимальном слое или в медиі определяются базофильные неклеточные образования, вероятно кальцинаты. В группе сравнения схожих изменений в легких после 60-х, 120-х и 180-х суток не наблюдалось (рис. 4).

**В сердце** крыс опытной группы после 60 суток воздействия физических факторов обнаружены полнокровные кровеносных сосудов, периваскулярный отек. Выявляются единичные кардиомиоциты с признаками гибели, такими как кариопикноз и гиперэозинофилия цитоплазмы. Выявляются контрактурные нарушения миокарда, преимущественно субсегментарные контрактуры (рис. 5).

В сердце крыс опытной группы после 120 суток физического воздействия сохраняются обнаруженные на 60 сутки эксперимента изменения, однако чаще в миокарде выявляются кардиомиоциты с признаками гибели. В отдельных кардиомиоцитах определяются увеличенные, полиплоидные ядра. Вероятно, в ответ на убыль кардиомиоцитов компенсаторно развивается гипертрофия оставшихся кардиомиоцитов (рис. 5).

После 180 суток комбинированного физического воздействия также наблюдаются выраженная гиперемия сосудов, периваскулярный отек, в ряде кардиомиоцитов наблюдаются слабые контрактурные нарушения, диффузно определяются гибнущие кардиомиоциты (рис. 5). В группе сравнения схожих изменений в тканях сердца после 60-х, 120-х и 180-х суток не наблюдалось (рис. 5).

**В селезенке** крыс опытной группы (общая вибрация, шум) на 60, 120 и 180 сутки эксперимента выявлены гиперемия, умеренная гиперплазия лимфоидной ткани (рис. 6). В группе сравнения схожих изменений в тканях селезенки после 60-х, 120-х и 180-х суток не наблюдалось (рис. 6).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе нам встретились отдельные работы [16], направленные на раскрытие механизмов старения организма, но не позволяющие в полной мере оценить особенности комбинированного воздействия общей вибрации и шума (на уровне 1,5 ПДУ) на развитие структурных изменений во внутренних органах, оказывающих непосредственное влияние на ускоренное старение у модельных животных в условиях хронического эксперимента, поэтому мы провели данное экспериментальное исследование.

Результаты исследования демонстрируют, что 180-дневное комбинированное воздействие вибрации и шума вызывает выраженные структурные изменения внутренних органов у 80% и более особей в опытной группе, в отличие от группы сравнения. Наблюдаемые патологические изменения у особей,

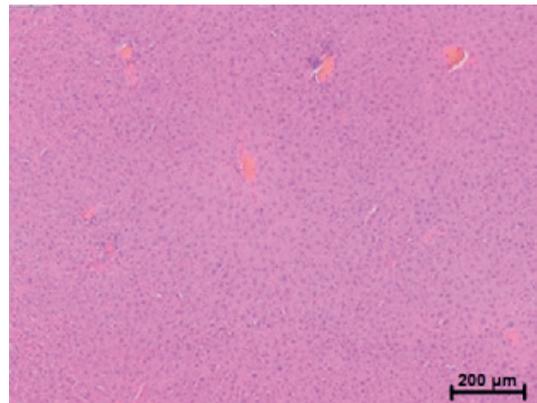
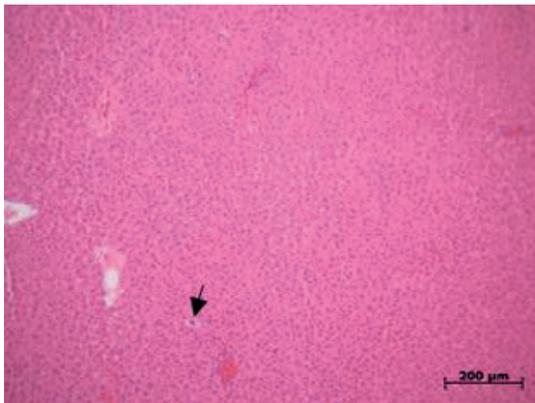
Рисунок 3  
 Морфологическое исследование печени (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 60-е, 120-е, и 180-е сутки эксперимента (масштабная линейка указана на фото)

Figure 3  
 Morphological study of the liver (staining: hematoxylin-eosin) in Wistar rats on the 60th, 120th, and 180th days of the experiment (scale bar shown in the photo)

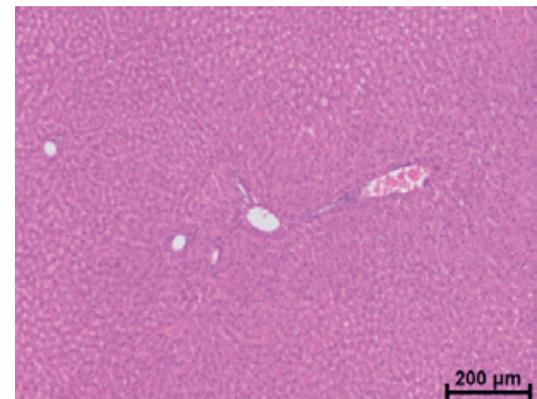
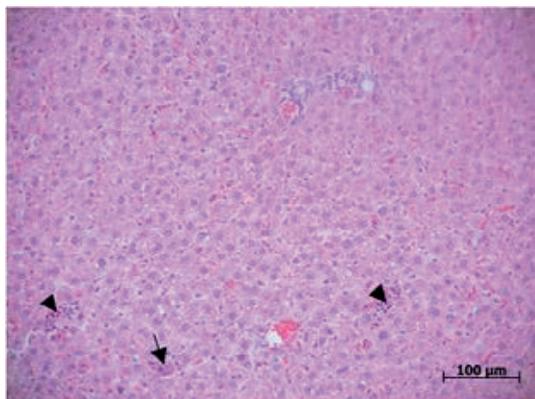
**Опытная группа**

**Группа сравнения**

Печень на 60-е сутки эксперимента: стрелка указывает на гибнущий гепатоцит; головкой стрелки отмечена мононуклеарная инфильтрация



Печень на 120-е сутки эксперимента: стрелка указывает на гибнущий гепатоцит; головкой стрелки отмечена мононуклеарная инфильтрация



Печень на 180-е сутки эксперимента: стрелка указывает на гибнущий гепатоцит; головкой стрелки отмечена мононуклеарная инфильтрация; звездочкой отмечен очаг вакуольной дистрофии гепатоцитов

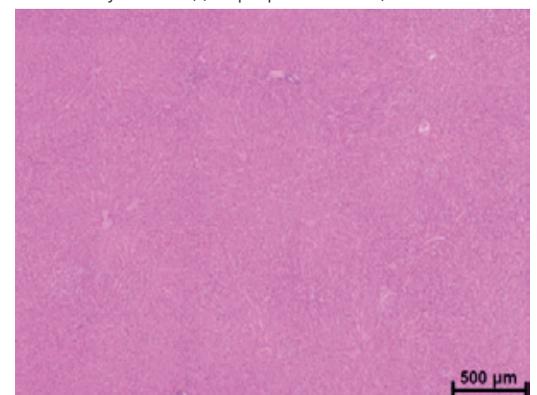
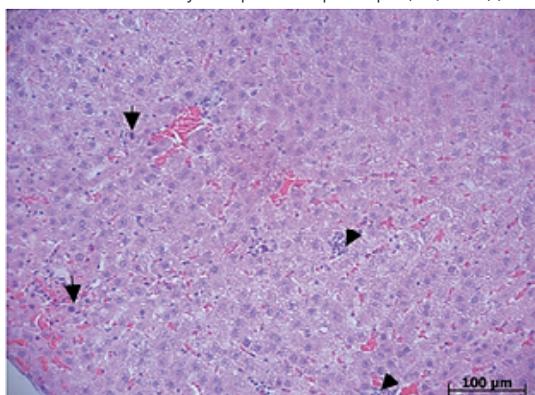


Рисунок 4

Морфологическое исследование легкого (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 60-е, 120-е, и 180-е сутки эксперимента (масштабная линейка указана на фото)

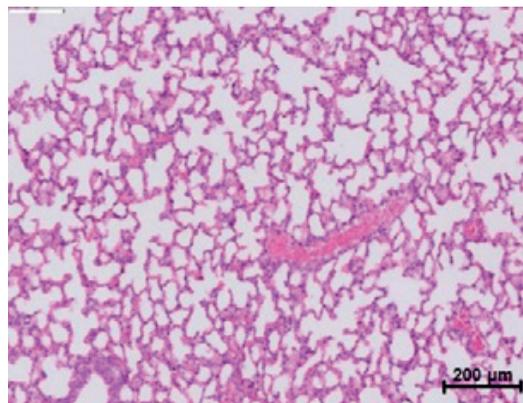
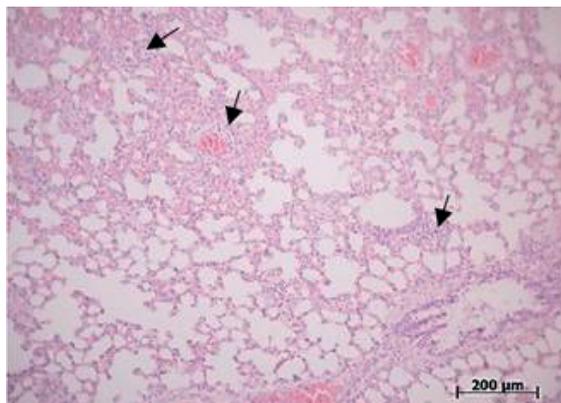
Figure 4

Morphological study of the lung (staining: hematoxylin-eosin) in Wistar rats on the 60th, 120th, and 180th days of the experiment (scale bar shown in the photo)

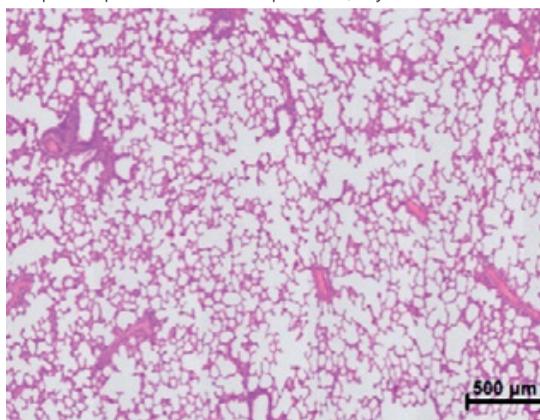
Опытная группа

Группа сравнения

Легкое на 60-е сутки эксперимента: стрелками указан мононуклеарный инфильтрат



Легкое на 120-е сутки эксперимента: стрелками указаны гемосидерофаги; головка стрелки указывает на мононуклеарный инфильтрат; звездочкой отмечены эмфизематозно расширенные альвеолярные ацинусы



Легкое на 180-е сутки эксперимента: стрелкой отмечены слущенные эпителиоциты в просвете бронха; головка стрелки указывает на мононуклеарный инфильтрат

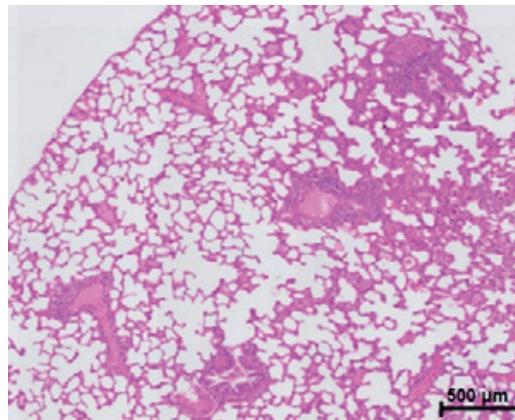
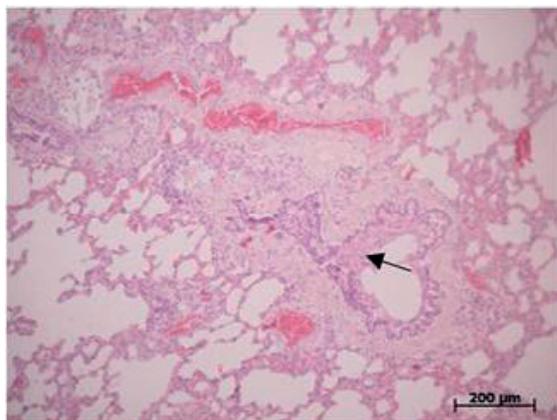
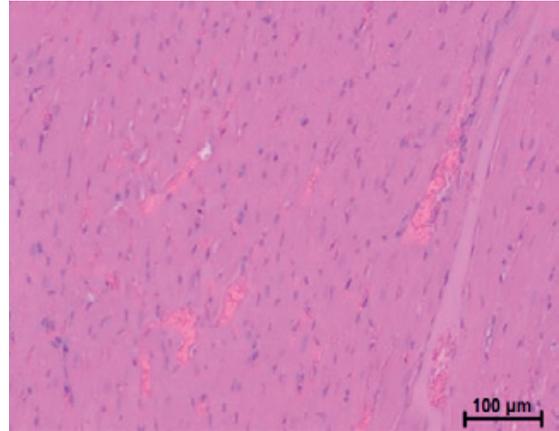
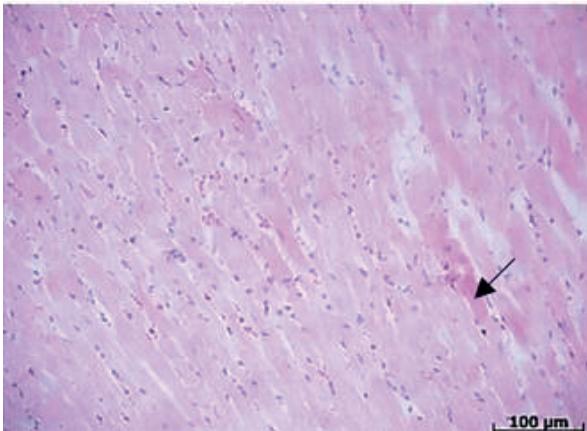


Рисунок 5  
 Морфологическое исследование миокарда (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 60-е, 120-е, и 180-е сутки эксперимента (масштабная линейка указана на фото)  
 Figure 5  
 Morphological study of the myocardium (staining: hematoxylin-eosin) in Wistar rats on the 60th, 120th, and 180th days of the experiment (scale bar shown in the photo)

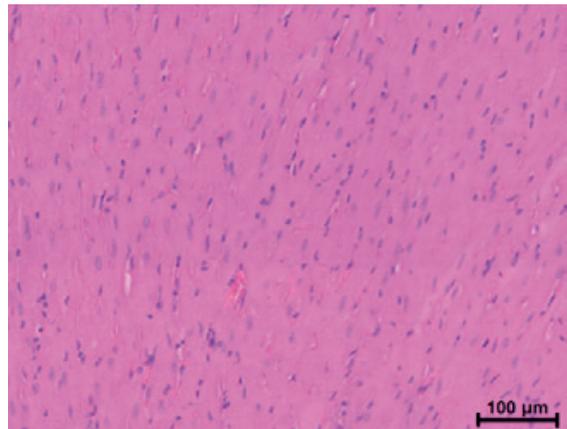
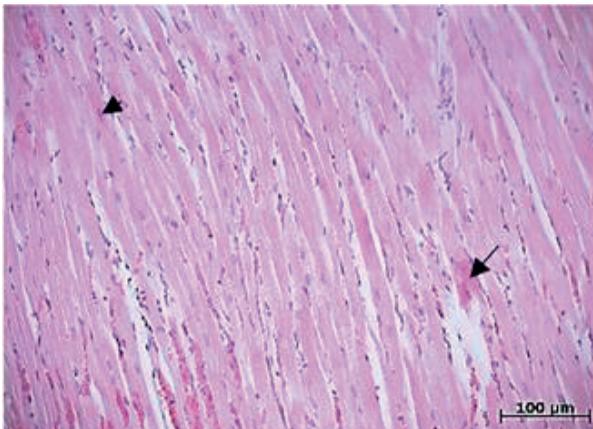
Опытная группа

Группа сравнения

Миокард на 60-е сутки эксперимента: стрелками указаны гибнущие кардиомиоциты



Миокард на 120-е сутки эксперимента: стрелками указаны гибнущие кардиомиоциты



Миокард на 180-е сутки эксперимента: стрелками указаны гибнущие кардиомиоциты

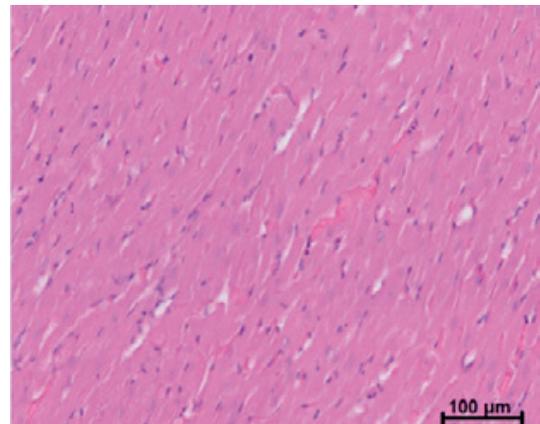
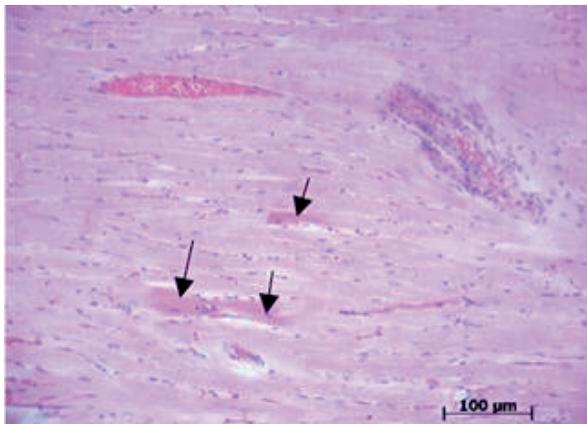


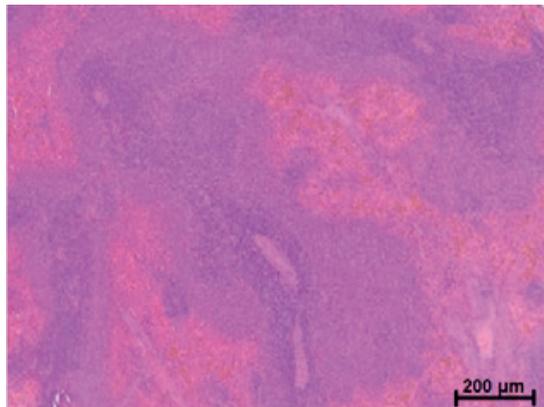
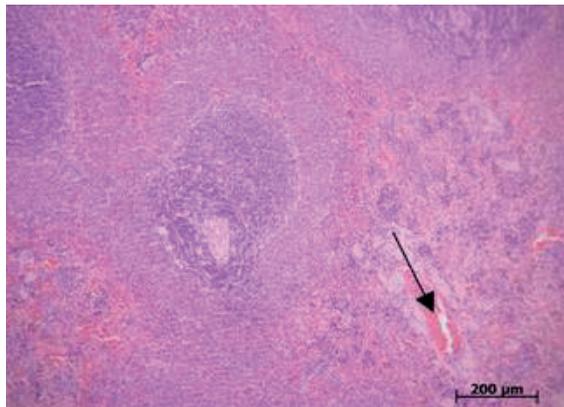
Рисунок 6  
Морфологическое исследование селезенки (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 60-е, 120-е, и 180-е сутки эксперимента (масштабная линейка указана на фото)

Figure 6  
Morphological study of the spleen (staining: hematoxylin-eosin) in Wistar rats on the 60th, 120th, and 180th days of the experiment (scale bar shown in the photo)

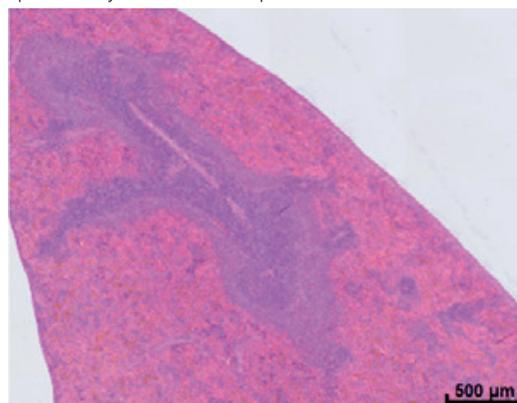
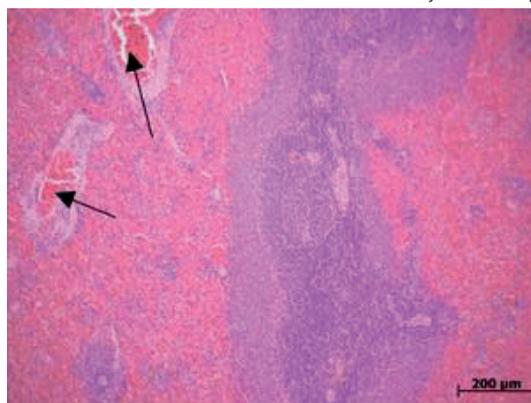
Опытная группа

Группа сравнения

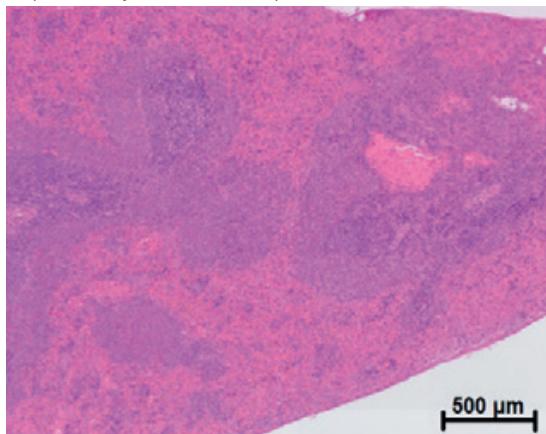
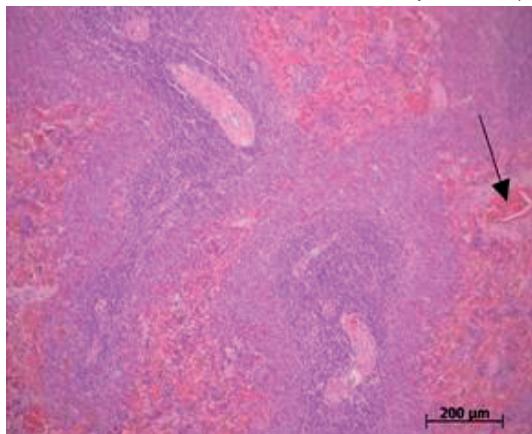
Селезенка на 60-е сутки эксперимента: стрелками указано полнокровие



Селезенка на 120-е сутки эксперимента: стрелками указано полнокровие



Селезенка на 180-е сутки эксперимента: стрелками указано полнокровие



подвергавшихся комбинированному физическому воздействию, указывают на риски ускоренного старения. Несмотря на незначительные половые различия в частоте возникновения патологий, характер морфологических изменений был однотипным у животных обоих полов на всех сроках исследования.

В почках крыс в результате комбинированного воздействия физических факторов (общей вибрации и шума) установлено развитие гиперемии, расширение мочевых пространств почечных телец, появление гибнущих эпителиоцитов канальцев, цилиндров и слущенных эпителиоцитов в просвете канальцев. Изменения прогрессируют с течением времени, более выражены после 180-х суток эксперимента.

Морфологическими изменениями в печени крыс, вызванными комбинированным воздействием физических факторов (общей вибрации и шума), являются гиперемия сосудов, гибель отдельных гепатоцитов, развитие вакуольной дистрофии гепатоцитов, появление очаговых лимфоцитарных инфильтратов. Выраженность изменений максимально проявляется после 180-х суток эксперимента.

Морфологическими изменениями в легких крыс, вызванными комбинированным воздействием физических факторов (общей вибрации и шума), являются гиперемия и инфильтрация альвеолярных перегородок, периваскулярная и перибронхиальная инфильтрация. Патологические изменения после 120-х и 180-х суток эксперимента становятся более выраженными, что проявляется в увеличении степени выраженности периваскулярной и перибронхиальной инфильтрации, а также появлении эмфизематозно расширенных участков легочной паренхимы.

В сердце зафиксировано развитие полнокровия и периваскулярного отека, слабых контрактурных изменений кардиомиоцитов, гибели отдельных кардиомиоцитов и компенсаторной гипертрофии оставшихся кардиомиоцитов. Морфологические изменения в сердце животных опытной группы (воздействие общей вибрации и шума) после 60-х и 120-х суток комбинированного воздействия физического фактора в целом имеют слабовыраженный характер,

однако они имеют тенденцию к усилению после 180-х суток эксперимента.

Морфологическими изменениями в селезенке крыс опытной группы, вызванными экспериментальным воздействием, являются полнокровие сосудов, а также слабо выраженная гиперплазия лимфоидной ткани, по сравнению со срезами селезенки в контрольной группе на 60, 120 и 180 сутки эксперимента.

Таким образом, во внутренних органах крыс опытной группы (воздействие общей вибрации и шума) на 60, 120 и 180 сутки эксперимента развиваются морфологические изменения, свидетельствующие о функциональных нарушениях, вызванных комбинированным воздействием общей вибрации и шума.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие структурных патологических изменений в двух и более внутренних органах у крыс опытной группы (подвергавшихся комбинированному воздействию общей вибрации и шумом) можно рассматривать, как один из индикаторов преждевременного старения у теплокровных организмов при нахождении длительное время в условиях воздействия физических факторов производственной вредности.

### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Изучение процессов клеточного старения и биологического возраста, работающих с различными факторами производственной вредности в управлении трудовым долголетием» (Рег.№ АААА-А19-119070190016-3. Государственное задание №141-00094-23-00 на 2023 год и на плановый период 2025 года).

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Cheng T, Zhang B, Guo J, Pikhart H. Association between work stress and health behaviours in Korean and Japanese ageing studies: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2022; 12(8): e063538. doi: 10.1136/bmjopen-2022-063538
- Karimov DD, Erdman VV, Kudoyarov ER, Valova YaV, Smolyankin DA, Repina EF, Karimov DO. Influence of occupational risk factors on human aging (literature review). *Hygiene and Sanitation*. 2022; 101(4): 375-381. Russian (Каримов Д.Д., Эрдман В.В., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Смолянкин Д.А., Репина Э.Ф., Каримов Д.О. Профессиональные факторы риска и старение человека (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101, № 4. С. 375-381.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-4-375-381
- Harrison J, Dawson L. Occupational health: Meeting the challenges of the next 20 Years. *Saf Health Work*. 2016; 7(2): 143-149. doi: 10.1016/j.shaw.2015.12.004
- Almukhametov AA, Petrov IV, Petrova FS, Rybakova SV, Amirova TK. Epidemiology of occupational diseases in the Russian Federation characteristics causes and risks. *J Res Med Dent Sci*. 2020; 8(7): 465-470.
- Lee J, Kim J. Physical agents and occupational disease compensation: noise, vibration, radiation, and other physical agents. *J Korean Med Sci*. 2014; 29: 72-77. doi: 10.3346/jkms.2014.29.S.572
- Long working hours increasing deaths from heart disease and stroke: WHO, 2021. <https://www.who.int/news/item/17-05-2021-long-working-hours-increasing-deaths-from-heart-disease-and-stroke-who-ilo>
- Sadrtdinova GR, Masyagutova LM, Chudnovets GM, Gazizova NR. The state of enzymatic liver function in workers in the presence of chromium in the air of the work area. *Occupational medicine and human ecology*. 2019; (2): 57-62. Russian

(Садртдинова Г.Р., Масыгутова Л.М., Чудновец Г.М., Газизова Н.Р. Состояние ферментативной функции печени у работников при наличии хрома в воздухе рабочей зоны // *Медицина труда и экология человека*. 2019. № 2. С. 57-62.) doi:10.24411/2411-3794-2019-10022

8. Sheenkova MV, Rushkevich OP, Yatsyna IV. Features of metabolic pathology of the liver under the influence of industrial aerosols. *Hygiene and sanitation*. 2021; 100(9): 943-946. Russian (Шеенкова М.В., Рушкевич О.П., Яцына И.В. Особенности метаболической патологии печени в условиях воздействия промышленных аэрозолей // *Гигиена и санитария*. 2021. Т. 100, № 9. С. 943-946.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-943-946
9. Zhang H, Li H, Peng Z, Cao J, Bao J, Li L, et al. Meta-analysis of the effect of low-level occupational benzene exposure on human peripheral blood leukocyte counts in China. *J Environ Sci (China)*. 2022; 114: 204-210. doi: 10.1016/j.jes.2021.08.035
10. Sheppard A, Ralli M, Gilardi A, Salvi R. Occupational Noise: Auditory and Non-Auditory Consequences. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17 (23): 8963. doi:10.3390/ijerph17238963
11. Baudin C, Lefèvre M, Champelovier P, Lambert J, Laumon B, Evrard AS. Self-rated health status in relation to aircraft noise exposure, noise annoyance or noise sensitivity: the results of a cross-sectional study in France. *BMC Public Health*. 2021; 21(1): 116. doi: 10.1186/s12889-020-10138-0
12. Vorobieva VV, Shabanov PD. Exposure to whole body vibration impairs the functional activity of the energy producing system in rabbit myocardium. *Biophysics*. 2019; 64: 251-255. Russian (Воробьева В.В., Шабанов П.Д. Воздействие вибрации всего тела нарушает функциональную активность энергопродуцирующей системы в миокарде кролика // *Биофизика*. 2019. № 64. 251-255.) doi: 10.1134/S0006350919020210
13. Ivanov AV, Tremasov MYa, Akhmetov FG, Papunidi EK, Semyonov E.I. Combined Effects of physical and chemical factors on clinical and biochemical parameters in animals. *Veterinarian*. 2007; 4: 4-5. Russian (Иванов А.В. Тремасов М.Я., Ахметов Ф.Г., Папуниди Э.К., Семенов Э.И. Сочетанное воздействие физических и химических факторов на клинические и биохимические показатели животных // *Ветеринарный врач*. 2007. № 4. С. 4-5.)
14. Beyrami S, Ramezanifar S, Golmohammadi H, Nasiri R, Mahmoudi S, Ramezanifar E. Changes in Oxidative Stress Parameters in Terms of Simultaneous Exposure to Physical and Chemical Factors: A Systematic Review. *Iran J Public Health*. 2023; 52(6): 1129-1139.) doi: 10.18502/ijph.v52i6.12955
15. Savchenko OA, Chuenko NF, Plotnikova OV, Savchenko OA, Savchenko OO. Factors and biomarkers associated with accelerated aging. *National Priorities of Russia*. 2024; 3(54): 45-52. Russian (Савченко О.А., Чуенко Н.Ф., Плотникова О.В., Савченко О.А., Савченко О.О. Факторы и биомаркеры, связанные с ускоренным старением // *Национальные приоритеты России*. 2024. Т. 3, № 54. С. 45-52.)
16. Peschnikova EA. Review of the main pathophysiological mechanisms of aging. *Young scientist*. 2023; 23(470): 179-182. Russian (Песчанникова Е.А. Обзор основных патофизиологических механизмов старения организма // *Молодой ученый*. 2023. № 23(470). С. 179-182.) URL: <https://moluch.ru/archive/470/102778>

#### Сведения об авторах:

САВЧЕНКО Олег Андреевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: Savchenkooa1969@mail.ru

НОВИКОВА Ирина Игоревна, доктор медицинских наук, профессор, директор ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия. E-mail: novikova\_ii@niig.su

ПОТЕРЯЕВА Елена Леонидовна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией, ФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет; главный научный сотрудник отдела гигиенических исследований, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: sovetmedin@yandex.ru

ЧУЕНКО Наталья Федоровна, научный сотрудник отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: natali26.01.1983@yandex.ru

#### Information about authors:

SAVCHENKO Oleg Andreevich, candidate of biological sciences, leading researcher of the department of toxicology with sanitary chemical laboratory, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia. E-mail: Savchenkooa1969@mail.ru

NOVIKOVA Irina Igorevna, doctor of medical sciences, professor, director, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.

E-mail: novikova\_ii@niig.su

POTERYAEVA Elena Leonidovna, doctor of medical sciences, professor, head of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology, Novosibirsk State Medical University; chief researcher of the department of hygienic research, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.

E-mail: sovetmedin@yandex.ru

CHUENKO Natalia Fedorovna, researcher of the department of toxicology with sanitary and chemical laboratory, Novosibirsk Research Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk, Russia.

E-mail: natali26.01.1983@yandex.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ЧУЕНКО Наталья Федоровна, 630108 г. Новосибирск, ул. Пархоменко, д. 7, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора

Тел: 8 (3833) 43-42-37 E-mail: natali26.01.1983@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 1.10.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-75-81 EDN: UXNDPY

**Информация для цитирования:**

Яшникова М.В., Потеряева Е.Л., Максимов В.Н. КЛИНИКО-ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНСУЛЬТА У РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 75-81.

**Яшникова М.В., Потеряева Е.Л., Максимов В.Н.**Новосибирский государственный медицинский университет,  
НИИ терапии и профилактической медицины – филиал ИЦиГ СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия

## КЛИНИКО-ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНСУЛЬТА У РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ

**Цель исследования** – изучение особенностей течения инсульта у мужчин в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

**Материал и методы.** Обследованы 121 мужчина, больные инсультом в возрасте от 30 до 65 лет, со стажем работы 5 лет и более, разделенные на две группы: основная группа и группа сравнения. Основная группа – 45 мужчин, работавших в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия по профессиям: газосварщик, газосварщик, плавильщик (класс условий труда – 3.1). Группа сравнения – 76 мужчин, которые не подвергались воздействию вредных производственных факторов на рабочем месте. Обе группы сопоставимы по возрасту и стажу работы. Изучена частота встречаемости кардиоваскулярных факторов, динамика неврологического дефицита (шкалы NIHSS 1 и 2) в острый период инсульта. Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методикам.

**Результаты.** В основной группе больных инсультом чаще встречались лица среднего возраста – 51,1%, но лица молодого возраста незначительно преобладали в основной группе – 13,4% (в группе сравнения – 11,8%,  $p > 0,05$ ). Превалировал ишемический инсульт – 90,1а среди его подтипов – кардиоэмболический (основная группа – 12,8%, группа сравнения – 9,8%,  $p > 0,05$ ). АГ диагностирована в 100,0% случаев в обеих группах, а фактор курения и злоупотребления алкоголем, фактор наличия ИБС достоверно преобладали в основной группе. Выраженный неврологический дефицит по данным шкалы NIHSS по истечении острого периода инсульта имели мужчины основной группы, вне зависимости от возраста. В основной группе установлены достоверные корреляционные связи между уровнем общего холестерина, показателями шкал NIHSS1, NIHSS2 и стажем работы.

**Ограничение исследования.** Из исследования были исключены лица женского пола, возраст менее 30 и более 65 лет, диагноз «преходящее нарушение мозгового кровообращения», стаж работы менее 5 лет, наличие острых инфекционных заболеваний.

**Заключение.** Установлены фенотипические особенности инсульта у больных, работавших в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия: преобладание лиц молодого возраста, кардиоэмболического подтипа ишемического инсульта; большая частота встречаемости фактора курения и злоупотребления алкоголем, фактора ИБС; тяжелое течение инсульта в целом по группе и в каждой возрастной группе.

**Этика.** Исследование проведено с соблюдением этических стандартов, разработанных Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (с поправками 2008 г.), «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (утв. Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266). Одобрено в установленном порядке локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России.

**Ключевые слова:** инсульт; мужчины; аэрозоли преимущественно фиброгенного действия; факторы риска развития инсульта

**Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Maximov V.N.**Novosibirsk State Medical University,  
The research Institute of therapy and preventive medicine – branch of the Federal research center of the Institute of Cytology and genetics, Novosibirsk, Russia

### CLINICAL AND PHENOTYPIC FEATURES OF STROKE IN WORKERS EXPOSED TO AEROSOLS WITH PREDOMINANTLY FIBROGENIC EFFECTS

**The aim of the research** – study of the characteristics of the course of stroke in men under conditions of exposure to aerosols of predominantly fibrogenic action study of the characteristics of the course of stroke in men under conditions of exposure to aerosols of predominantly fibrogenic action.

**Material and methods.** We examined 121 men with stroke aged from 30 to 65 years, with work experience of 5 years or more, divided into two groups: the main group and the comparison group. The main group – 45 men who worked under conditions of exposure to aerosols of predominantly fibrogenic action in the professions: gas-electric welder, gas welder, smelter (class of working conditions –

3.1). The comparison group consisted of 76 men who were not exposed to harmful production factors at work. Both groups are comparable in age and work experience. The frequency of occurrence of cardiovascular factors and the dynamics of neurological deficit (NIHSS 1 and 2 scale) in the acute period of stroke were studied. Statistical processing of the obtained data was carried out according to generally accepted methods.

**Results.** In the main group of stroke patients, middle-aged people were more common – 51.1%, but young people slightly predominated in the main group – 13.4% (in the comparison group – 11.8%,  $p > 0.05$ ). Ischemic stroke prevailed – 90.1%, and among its subtypes – cardioembolic (main group – 12.8%, comparison group – 9.8%,  $p > 0.05$ ). Hypertension was diagnosed in 100.0% in both groups, and the factor of smoking and alcohol abuse, the factor of the presence of coronary artery disease significantly prevailed in the main group. Men in the main group, regardless of age, had a pronounced neurological deficit according to the NIHSS scale after the acute period of stroke. In the main group, significant correlations were established between the level of total cholesterol, indicators of the NIHSS 1, NIHSS 2 scales and work experience.

**Conclusions.** The phenotypic features of stroke in patients who worked under conditions of exposure to aerosols of predominantly fibrogenic action were established: the predominance of young people, the cardioembolic subtype of ischemic stroke; high incidence of smoking and alcohol abuse factors, ischemic heart disease factors; severe stroke in the group as a whole and in each age group.

**Limitations.** The following were excluded from this study: female gender, age less than 30 and more than 65 years, the diagnosis of «transient cerebrovascular accident», work experience less than 5 years, the presence of acute infectious diseases.

**Ethics.** The study was carried out in compliance with the «Ethical principles of scientific medical research involving humans» and «Rules of clinical practice in the Russian Federation», approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated June 19, 2003 No. 266; approved by the local ethics committee at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the National State Medical University of the Ministry of Health of Russia

**Key words:** stroke; men; aerosols of predominantly fibrogenic action; risk factors for stroke

**В** условиях дефицита трудовых ресурсов укрепление и сохранение здоровья работающего населения Российской Федерации является приоритетным направлением государственной политики в области трудовых отношений, поскольку экономический подъем государства напрямую связан с деятельностью трудоспособного населения [1]. В настоящее время в различных отраслях промышленности возрастает использование электросварочных работ [2, 3]. Многочисленные исследования подтверждают кардиоваскулярное влияние смеси газов и мельчайших твердых частиц сварочного аэрозоля на миокард, с развитием нарушений сердечного ритма [4, 5], артериальной гипертензии [6, 7], а также развитием системного воспалительного ответа, активизируя биохимические реакции в клетках эндотелия и тромбоцитах, что в последующем увеличивает тенденцию к процессам коагуляции клеток крови, развитию тромбозов [8].

Инсульт является причиной сокращения квалифицированных трудовых ресурсов общества [9, 10], в связи с этим актуален поиск путей предупреждения развития инсульта.

**Цель исследования** – изучение особенностей течения инсульта у мужчин в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы 121 мужчин, больных инсультом в возрасте от 30 до 65 лет, со стажем работы 5 лет и более, которые были разделены на две группы: основная группа и группа сравнения.

*Основная группа* составила 45 мужчин, работавших в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия по профессиям газозлектросварщик, газосварщик – 77,8%, плавильщик – 22,2%).

Диагноз «инсульт» был поставлен в соответствии с Международной классификацией болезней X пересмотра. Средний возраст больных составил  $52,4 \pm 2,1$  года. Средний стаж работы на момент развития инсульта –  $30,0 \pm 2,1$  лет.

В профессии газозлектросварщика основными вредными факторами явились: аэрозоль преимущественно фиброгенного действия (сварочный аэрозоль), неблагоприятный микроклимат охлаждающий и нагревающий, вынужденная рабочая поза. Для профессии плавильщика характерно воздействие комплекса токсических веществ (аэрозоль цветных металлов), неблагоприятный нагревающий микроклимат. Оценка условий труда и характера труда лиц основной группы проводилась на основании карт и протоколов специальной оценки условий труда, а также данных санитарно-гигиенических характеристик условий труда, представленных Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области. Гигиенический анализ условий труда проведен согласно Р.2.2.2006-05 2.2. Гигиена труда. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [11]. Класс условий труда в обеих профессиональных группах составил 3.1., при этом ведущим фактором были аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

*Группа сравнения* – 76 больных инсультом, которые не подвергались на рабочем месте воздействию вредных производственных факторов. Средний возраст больных составил  $55,1 \pm 0,9$  лет. Средний стаж работы на момент развития инсульта –  $27,5 \pm 1,0$  лет. Таким образом, исследуемые группы были сопоставимы по возрасту и стажу работы.

У обследуемых основной группы и группы сравнения изучались факторы риска (ФР) развития инсульта: наличие артериальной гипертензии (АГ), сте-

пень АГ; наличие в анамнезе ишемической болезни сердца (ИБС), фибрилляции предсердий (ФП), уровень общего холестерина, наличие фактора дислипидемии (ДЛП), сахарного диабета (СД), факторов курения и злоупотребления алкоголем. Курящими признавались лица, выкуривающие хотя бы одну сигарету в день, а также бросившие курить менее 1 года назад [12]. Злоупотребление алкоголем устанавливалось в случае систематического его приема (не реже одного раза в 7 дней) в объеме не менее 200 грамм в переводе на этиловый спирт в неделю [13].

Для оценки выраженности неврологического дефицита использовалась Шкала Национального института Здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS) в баллах при поступлении и в динамике острого периода инсульта на 28-й день (NIHSS 1 и NIHSS 2). Шкала состоит из последовательных 15 тестов, за выполнение каждого из которых ставятся баллы от 0 до 9 [14].

**Статистический анализ.** Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методикам с использованием прикладных программ SPSS Statistic версии 17.0. Весь материал обработан с помощью вариационно-статистических методов путем расчета средней арифметической ( $M$ ) и стандартной ошибки средней арифметической ( $\pm m$ ). Тестирование параметров на нормальность распределения проводилось с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.

Статистическое сравнение средних значений между двумя параллельными группами при нормальном распределении признака проводилось с помощью двустороннего  $t$ -критерия Стьюдента при различных уровнях значимости ( $p$ ). Достоверными считались результаты при  $p < 0,05$ . При несоответствии данных нормальному распределению для сравнения более двух групп применяли метод Краскела-Уоллиса с последующим множественным сравнением при помощи критерия Данна. Описание качественных переменных проводилось с помощью критерия  $\chi^2$  и точного критерия Фишера (определение статистической значимости различий). При малых выборках расчеты достоверности проводились с помощью Кросс-таб. с поправкой Фишера.

Изучение взаимосвязей между количественными показателями проводилось методами корреляционного анализа. Величину корреляции методом Пирсона определяли с помощью коэффициента корреляции ( $r$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучена структура инсульта в исследуемой группе больных. В основной группе: ишемический инсульт (ИИ) – 39 человек (86,6%), геморрагический инсульт (ГИ) – 6 человек (13,4%,  $p < 0,001$ ); в группе сравнения – ИИ был выявлен в 71 случае (93,4%), ГИ составил 5 случаев (6,6%,  $p < 0,001$ ).

При разделении больных с ишемическим инсультом по патогенетическим подтипам (согласно диагностическим критериям) [15] было установлено наличие в основной группе и группе сравнения соответственно: атеротромботический подтип – у 33 человек (84,6%) и у 58 человек (81,7%); кардиоэмболический подтип – у 5 человек (12,8%) и у 7 человек (9,8%); лакунарный подтип – у 1 человека (2,6%) и у 6 человек (8,5%).

Проведен сравнительный анализ возрастной структуры (в соответствии с классификацией ВОЗ) инсульта в целом по группам и в зависимости его от клинических форм (ИИ, ГИ). В основной группе лица молодого возраста (от 18 до 44 лет) составили 6 человек (13,4%), среднего возраста (от 45 до 59 лет) – 23 человека (51,1%), пожилого возраста (от 60 до 65 лет) – 16 человек (35,5%); в группе сравнения – 9 человек (11,8%), 42 человека (55,3%) и 25 человек (32,9%) соответственно.

Разделение больных ИИ и ГИ по возрастным группам показало, что лица среднего возраста преобладали как при ИИ, так и при ГИ (табл. 1) в обеих исследуемых группах. Достоверных различий по частоте встречаемости ИИ и ГИ в сравниваемых возрастных группах нет.

Таким образом, в обеих группах достоверно преобладали больные с ишемическим инсультом, а среди его подтипов – атеротромботический подтип.

Таблица 1  
Возрастная структура клинических форм инсульта у больных основной группы и группы сравнения  
Table 1  
Age structure of clinical forms of stroke in patients of the main group and the comparison group

Возрастные группы	Основная группа, n = 45				Группа сравнения, n = 76				p
	Клинические формы инсульта								
	ИИ, n = 39		ГИ, n = 6		ИИ, n = 71		ГИ, n = 5		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Молодой возраст (1)	5	12,8	1	16,7	8	11,3	1	20,0	> 0,05
Средний возраст (2)	19	48,7	4	66,6	40	56,3	2	40,0	> 0,05
Пожилой возраст (3)	15	38,5	1	16,7	23	32,4	2	40,0	> 0,05
p	p <sub>1-2</sub> < 0,001, p <sub>1-3</sub> < 0,01, p <sub>2-3</sub> > 0,05		p > 0,05		p <sub>1-2,1-3</sub> < 0,001, p <sub>2-3</sub> < 0,005		p > 0,05		

В группе больных инсультом, имевших влияние аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, отмечено превалирование кардиоэмболического подтипа ИИ – 12,8% (группа сравнения – 9,8%,  $p > 0,05$ ). Полученный результат можно объяснить токсическим влиянием аэрозолей металлов на метаболические процессы мембран миокардиальных клеток, что способствует развитию электрической нестабильности миокарда с возникновением аритмий, что лежит в основе развития миокардиодистрофии у электрогазосварщиков [3]. Анализ возрастной структуры инсульта показал большую частоту встречаемости инсульта в группе лиц среднего возраста, при этом больные инсультом молодого возраста незначительно преобладали в основной группе – 13,4% (в группе сравнения – 11,8%,  $p > 0,05$ ). Преобладание молодых мужчин с инсультом в изучаемой производственной группе, вероятно, может объясняться токсическим нейротропным действием сварочного аэрозоля [16], а также концепцией раннего сосудистого старения, проявляющегося увеличением жесткости сосудистой стенки; достоверные признаки патологического процесса были установлены в возрасте от 35 до 45 лет [17].

При анализе распределения факторов риска установлено, что АГ диагностирована во всех исследуемых группах в 100,0% случаев (табл. 2). Частота встречаемости фактора курения и злоупотребления алкоголем, фактора наличия ИБС у мужчин, имевших контакт с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия, достоверно превалировала над таковой в группе сравнения. Фактор ДЛП был чаще выявлен в основной группе – 80 (группа сравнения – 57,9%,  $p > 0,05$ ). Диагноз СД был чаще установлен в группе сравнения – 17,1%, в отличие от всех других изучаемых факторов.

Для оценки степени тяжести состояния больного на момент развития инсульта и в динамике острого периода на 28-й день (NIHSS 1 и NIHSS 2) была использована Шкала Национального института Здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS) в баллах. Легкая степень инсульта оценивалась от 1 до 4 баллов, средняя степень – от 5 до 15 баллов, тяжелая степень – от 15 баллов и более.

Меньшее количество больных инсультом легкой степени, как на момент развития инсульта (NIHSS 1), так и по истечении острого периода (NIHSS 2), были определены в основной группе (табл. 3). Средняя степень тяжести инсульта в остром периоде инсульта достоверно превалировала в основной группе.

Не выявлена достоверная разница между количеством больных инсультом тяжелой степени в исследуемых группах на момент развития инсульта, при этом тяжелая степень инсульта преобладала в основной группе – 6,7% (группа сравнения – 2,7%,  $p > 0,05$ ).

При анализе средних показателей оценочной шкалы NIHSS у больных инсультом сравниваемых групп (без разделения на клинические формы) не было выявлено достоверных различий, при этом показатели шкалы NIHSS1 и шкалы NIHSS2 указывают на наиболее тяжелое течение инсульта в основной группе: шкала NIHSS 1 –  $8,9 \pm 0,4$  баллов, шкала NIHSS2 –  $6,1 \pm 0,7$  баллов (группа сравнения –  $6,2 \pm 1,0$  баллов и  $4,1 \pm 0,8$  балла соответственно). Аналогичная тенденция прослеживается во всех возрастных группах. Средние показатели шкалы NIHSS1 и шкалы NIHSS2 у лиц молодого возраста: основная группа –  $10,4 \pm 2,4$  баллов и  $6,8 \pm 1,5$  баллов соответственно, группа сравнения –  $7,0 \pm 1,5$  баллов и  $4,7 \pm 1,2$  балла соответственно. У лиц среднего возраста: основная группа –  $10,8 \pm 1,1$  баллов и  $6,6 \pm 2,1$  баллов соответственно, группа сравнения –  $5,1 \pm 0,3$  баллов и  $3,1 \pm 0,2$  балла соответственно<sup>1</sup>. У лиц пожилого возраста: основная группа –  $8,2 \pm 2,3$  баллов и  $6,4 \pm 1,7$  баллов соответственно, группа сравнения –  $6,5 \pm 0,9$  баллов и  $4,1 \pm 0,7$  балла соответственно.

Таким образом, сравнительный анализ больных по степени тяжести инсульта (без разделения на клинические формы) в основной группе и в группе сравнения показал достоверное преобладание средней степени тяжести на момент развития инсульта в обеих группах, а по истечении острого периода инсульта – легкой степени, которая достоверно преобладала у больных инсультом группы сравнения. В группе лиц, работавших в условиях влияния аэ-

**Таблица 2**  
**Структура факторов риска развития инсульта у больных основной группы и группы сравнения**  
**Table 2**  
**Structural risk factors for stroke in patients of the main group and the comparison group**

Факторы риска	Основная группа, n = 45		Группа сравнения, n = 76		p
	n	%	n	%	
Артериальная гипертензия	45	100,0	76	100,0	> 0,05
Курение	34	75,0	34	44,7	< 0,001
Алкоголь	25	55,5	7	9,2	< 0,001
ИБС	16	35,5	12	15,8	< 0,05
Фибрилляция предсердий	6	13,3	9	11,8	> 0,05
ПИКС	6	13,3	7	9,2	> 0,05
Дислипидемия	36	80,0	44	57,9	> 0,05
Сахарный диабет	3	6,7	13	17,1	> 0,05

Таблица 3  
 Распределение больных основной группы и группы сравнения по степени тяжести в остром периоде инсульта с учетом критериев шкалы NIHSS  
 Table 3  
 Distribution of patients in the main group and comparison group by severity in the acute period of stroke, taking into account the criteria of the NIHSS scale

Степень тяжести инсульта	Основная группа, n = 45				Группа сравнения, n = 76				p
	NIHSS 1 (1-1)		NIHSS 2 (1-2)		NIHSS 1 (2-1)		NIHSS 2 (2-2)		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Легкая степень (1)	9	20,0	25	55,5	34	44,7	60	79,0	p <sub>1-1, 2-1</sub> < 0,05 p <sub>1-2, 2-2</sub> < 0,05
Средняя степень (2)	33	73,3	20	44,5	40	52,6	16	21,0	p <sub>1-1, 2-1</sub> < 0,05 p <sub>1-2, 2-2</sub> < 0,05
Тяжелая степень (3)	3	6,7	-	-	2	2,7	-	-	p > 0,05
p	p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> > 0,05 p <sub>2-3</sub> < 0,001		p > 0,05		p <sub>1-2</sub> > 0,05 p <sub>1-3, 2-3</sub> < 0,001		p < 0,001		

розолой преимущественно фиброгенного действия, показатель тяжелой степени на момент развития инсульта незначительно превышал показатель группы сравнения.

Анализ особенностей течения инсульта в разных возрастных группах установил, что во всех возрастных группах наиболее грубый неврологический дефект по истечении острого периода инсульта имели больные основной группы. Достоверно установленная высокая частота факторов курения и злоупотребления алкоголем, усугубляет токсическое нейротропное и ангиотропное действие сварочного аэрозоля.

С целью определения взаимосвязей проведен парный корреляционный анализ средних показателей ряда клинко-anamnestических параметров.

Установлена прямая умеренная корреляционная связь у больных инсультом, имевших влияние аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, между уровнем общего холестерина и стажем работы; между уровнем общего холестерина и показателями шкалы NIHSS1 и NIHSS2 (табл. 4). Положительная умеренная прямая корреляционная связь имеется между стажем работы и средним показателем индекса атерогенности ( $r = +0,364$ ,  $p < 0,05$ ). Также в данной группе установлена прямая умеренная корреляционная связь между стажем работы и шкалой NIHSS2 (табл. 4).

Определены корреляции между клиническими параметрами у больных инсультом группы сравнения (табл. 5).

Прямая умеренная корреляционная связь имеется между стажем работы и уровнем систолического АД, диастолического АД, а также между давностью заболевания АГ и уровнем систолического АД, диастолического АД. Прямая умеренная корреляционная связь имеется между стажем работы и давностью заболевания АГ. Прямая слабая корреляционная связь имеется между уровнем диастолического АД и показателем шкалы NIHSS2 (табл. 5).

## ВЫВОДЫ

1. Фенотипические особенности инсульта у больных, имевших воздействие на рабочем месте аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, характеризуются большим количеством лиц молодого возраста – 13,4%, превалированием кардиоэмболического подтипа ишемического инсульта (12,8%). Установлена большая частота встречаемости фактора курения и злоупотребления алкоголем (75,0% и 55,5% соответственно), фактора ИБС (35,5%).

2. На момент развития инсульта показатель тяжелой степени незначительно превышал показатель группы сравнения. По совокупности показателей шкалы NIHSS отмечено тяжелое течение инсульта

Таблица 4  
 Парные корреляции клинко-anamnestических параметров у больных инсультом основной группы (n = 45)  
 Table 4  
 Pairwise correlations of clinical and anamnestical parameters in stroke patients of the main group (n = 45)

Клинические параметры	Стаж работы, годы	Общий холестерин, ммоль/л	Индекс атерогенности
Стаж работы, годы	1,0	+0,448*	+0,364*
Общий холестерин, ммоль/л	+0,448*	1,0	+0,399*
Шкала NIHSS 1, баллы	н/д	+0,379*	н/д
Шкала NIHSS 2, баллы	+0,463*	+0,375*	н/д

Примечание (Note): \*  $p < 0,05$ ; н/д – связь недостоверна (relationship is not significant).

Таблица 5

Попарные корреляции клинико-anamnestических параметров у больных инсультом группы сравнения (n = 76)

Table 5

Pairwise correlations of clinical and anamnesic parameters in stroke patients of the comparison group (n = 76)

Клинические параметры	Стаж работы, годы	Систол. АД, мм рт. ст.	Диастол. АД, мм рт. ст.	Давность АГ, годы
Стаж работы, годы	1,0	+0,385**	+0,368**	+0,280*
Давность АГ, годы	+0,280*	+0,462**	+0,332*	1,0
Общий холестерин, ммоль/л	н/д	н/д	н/д	н/д
Шкала NIHSS 1, баллы	н/д	н/д	н/д	н/д
Шкала NIHSS 2, баллы	н/д	н/д	+0,239*	н/д

Примечание (Note): \*\*p < 0,01; \*p < 0,05; н/д – связь недостоверна (relationship is not significant).

с худшим функциональным исходом в целом по основной группе больных (вне зависимости от возраста) и в каждой возрастной группе.

3. В основной группе выявлены достоверная умеренная прямая корреляционная связь между стажем работы и уровнем общего холестерина; умеренная прямая корреляционная связь между стажем работы и показателем шкалы NIHSS2; умеренная прямая корреляционная связь между уровнем общего

холестерина и показателями шкалы NIHSS1 и шкалы NIHSS2.

### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Bukhtiyarov IV, Tikhonova GI, Churanova AN, Gorchakova TYu. Temporal disability of employees in the Russian Federation. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2022; 61(1): 4-18. Russian (Бухтияров И.В., Тихонова Г.И., Чуранова А.Н., Горчакова Т.Ю. Временная нетрудоспособность работников в Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 61, № 1. С. 4-18.) doi: 10.31089/1026-9428-2022-62-1-4-18
- Sokolova LA, Popova ON, Kalinina MM, Bogdanov MYu, Kocheshova GF, Gudkov AB. Prediction of occupational diseases risk among assemblers of vessel metal hulls of machine building plant. *Human Ecology*. 2015; 1: 10-14. Russian (Соколова Л.А., Попова О.Н., Калинина М.М., Богданов М. Ю., Кочешова Г.Ф., Гудков А.Б. Прогнозирование риска развития профессиональных заболеваний среди сборщиков корпусов металлических судов машиностроительного предприятия // Экология человека. 2015. № 1. С. 10-14.)
- Elifanov AV, Kovvazina OL, Lepunova ON, Shalabodov AD. The Impact of Working Conditions on Indicators of Cardiorespiratory System and Blood in Electric Welders with Different Length of Work. *Human Ecology*. 2018; 3: 27-32. Russian (Елифанов А.В., Ковязина О.Л., Лепунова О.Н., Шалабодов А.Д. Влияние условий труда на показатели кардиореспираторной системы и крови у электросварщиков с различным стажем работы // Экология человека. 2018. № 3. С. 27-32.) doi: 10.33396/1728-0869-2018-3-27-32
- Cavallari J, Fang S, Eisen E, Mittleman M, Christiani D. Environmental and occupational particulate matter exposures and ectopic heart beats in welders. *Occup Environ Med*. 2016; 73(7): 435-441. doi: 10.1136/oemed-2015-103256
- Lucas D, Guerrero F, Jouve E, Hery S, Capellmann P, Mansourati J. Effect of occupational exposure to welding fumes and noise on heart rate variability: An exposed-unexposed study on welders and airport workers' population. *Front Public Health*. 2022; 10: 937774. doi: 10.3389/fpubh.2022.937774
- Taj T, Gliga A, Hedmer M, Wahlberg K, Assarsson E, Lundh T, et al. Effect of welding fumes on the cardiovascular system: a six-year longitudinal study. *Scand J Work Environ Health*. 2021; 47(1): 52-61. doi: 10.5271/sjweh.3908
- Markova OL, Kir'yanova MN, Plekhanov VP, Ivanova EV. Health risk factors among electric and gas welders using different types of welding. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2020; (8): 502-510. Russian (Маркова О.Л., Кирьянова М.Н., Плеханов В.П., Иванова Е.В. Факторы риска для здоровья электрогазосварщиков при использовании различных видов сварки // Медицина труда и промышленная экология. 2020. № 8. С. 502-510.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-8-502-510
- Chaschin MV, Ellegson DG, Kabushka YaS, Seldeflot I, Thomassen I, Chaschin VA. Welding fumes like impact factor of inflammation and coagulation. *Population health and habitat – ZNISO*. 2013; 5(242): 14-15. Russian (Чашин М.В., Эллегсон Д.Г., Кабушка Я.С., Селдефлот И., Томассен И., Чашин В.А. Сварочный аэрозоль как фактор риска развития болезней органов кровообращения // Здоровье населения и среда обитания – ЗниСО. 2013. № 5(242): 14-15.)
- Kontsevaya AV, Shalnova SA, Balanova YuA, Deev AD, Artamonova GV, Gatagonova TM., et al. Social and economic gradients of behavioral risk factors in Russian population (by the ESSE-RF Study). *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2015; 14(4): 59-67. Russian (Концевая А.В., Шальнова С.А., Баланова С.А., Деев А.Д., Артамонова Г.В., Гатагонова Т.М. и др. Социально-экономические градиенты поведенческих факторов риска в российской популяции (по результатам исследования ЭССЕ-РФ) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2015. Т. 14, № 4. С. 59-67.) doi: 10.15829/1728-8800-2015-4-59-67

10. Skvortsova VI, Shetova IM, Kakorina EP, Kamkin EG, Boyko EL, Alekyan BG. et al. Reduction in stroke death rates through a package of measures to improve medical care for patients with vascular diseases in the Russian Federation. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2018; 21(1): 4-10. Russian (Скворцова В.И., Шетова И.М., Какорина Е.П., Камкин Е.Г., Бойко Е.Л., Алекян Б.Г. и др. Снижение смертности от острых нарушений мозгового кровообращения в результате реализации комплекса мероприятий по совершенствованию медицинской помощи пациентам с сосудистыми заболеваниями в Российской Федерации //Профилактическая медицина. 2018. Т. 21, № 1. С. 4-10.) doi: 10.17116/profmed20182114-10
11. R.2.2.2006-05 2.2. Occupational hygiene. «Guide to the hygienic assessment of working environment factors and the labor process. Criteria and classification of working conditions» [approved. Chief Sanitary Doctor of the Russian Federation July 29, 2005]. М., 2005. Russian (Р.2.2.2006-05 2.2. Гигиена труда. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [утв. Главным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.]. М., 2005.) Доступ из справ.-правовой системы Консультант Плюс.
12. Maksimov SA, Indukaeva EV, Artamonova GV. Spread of smoking in the occupational groups of Western Siberia. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2015; 18(1): 28-31. Russian (Максимов С.А., Индукаева Е.В., Артамонова Г.В. Распространенность курения в профессиональных группах Западной Сибири //Профилактическая медицина. 2015. Т. 18, № 1. С. 28-31.) doi: 10.17116/ profmed201518128-31
13. Agibalova TV, Tuchina OD, Shustov DI, Mukhin AA, Gurevich GL. Alcohol use reduction strategy as alternative treatment for alcohol dependence. *Social'naya i klinicheskaya psihiatriya*. 2015; 25(3): 61-68. Russian (Агibalова Т.В., Шустов Д.И., Тучина О.Д., Мухин А.А., Гуревич Г.Л. Стратегия снижения потребления алкоголя как новая возможность в терапии алкогольной зависимости //Социальная и клиническая психиатрия. 2015. Т. 25, № 3. С. 61-68.)
14. Brott T, Adams HP, Olinger CP. Measurements of acute cerebral infarction: A clinical examination scale. *Stroke*. 1989; 20(7): 864-870. doi: 10.1161 / 01.str.20.7.864
15. Adams PZ, Bendixen BH, Kapelle LJ. Classification of subtype of acute ischemic stroke: definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke*. 1993; 24(1): 35-41. DOI: 10.1161/01.str.24.1.35
16. Golovkova NP, Helkovsky-Sergeev NA. Stress, cardiovascular disease and sudden death in coal mines. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; 9: 44-45. Russian (Головкова Н.П., Хелковский-Сергеев Н.А. Стресс, сердечно-сосудистые заболевания и внезапная смерть в угольных шахтах //Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 44-45.)
17. Milyutina MY, Makarova EV, Ivanova JV, Men'kov NV, Plastinina SS. Syndrome of early vascular aging in persons working under the influence of industrial aerosol. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019; 59(10): 855-859. Russian (Милютина М.Ю., Макарова Е.В., Иванова Ю.В., Меньков Н.В., Пластинина С.С. Раннее сосудистое старение у лиц, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля //Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59, № 10. С. 855-859.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-10-855-859

**Сведения об авторах:**

ЯШНИКОВА Мария Викторовна, доктор мед. наук, доцент, доцент кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. E-mail: yash-maria@mail.ru

ПОТЕРЯЕВА Елена Леонидовна, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России; главный научный сотрудник, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия. E-mail: sovetmedin@yandex.ru

МАКСИМОВ Владимир Николаевич, доктор мед. наук, профессор кафедры медицинской генетики и биологии, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России; зав. лабораторией молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний, НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия. E-mail: medik11@mail.ru

**Information about authors:**

YACHNIKOVA Maria Viktorovna, doctor of medical sciences, docent, docent of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology FPK and PPV, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia. E-mail: yash-maria@mail.ru

POTERYAEVA Elena Leonidovna, doctor of medical sciences, professor, head of the department of emergency therapy with endocrinology and occupational pathology FPK and PPV, Novosibirsk State Medical University; head of the department of occupational medicine and industrial ecology, Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia. E-mail: sovetmedin@yandex.ru

MAXIMOV Vladimir Nikolaevich, doctor of medical sciences, professor of the department of medical genetics and biology, Novosibirsk State Medical University; head of the laboratory of molecular genetic research of therapeutic diseases, Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia. E-mail: medik11@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ЯШНИКОВА Мария Викторовна, 630091, г. Новосибирск, ул. Красный Проспект, д. 52, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России

Тел: 8 (3832) 22-26-01 E-mail: yash-maria@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Колесникова Т.Г., Черноусов М.Е., Минина В.И., Вылегжанина А.В., Минин А.В., Баканова М.Л. АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОЦЕНКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К РАКУ ЛЕГКИХ У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 82-88.

**Колесникова Т.Г., Черноусов М.Е., Минина В.И., Вылегжанина А.В., Минин А.В., Баканова М.Л.**

Кемеровский Государственный Университет,  
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН,  
Кемеровский Государственный Медицинский Университет,  
г. Кемерово, Россия



## АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОЦЕНКЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К РАКУ ЛЕГКИХ У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

**Цель исследования** – в работе представлены результаты исследования, направленного на определение генетической предрасположенности к раку легких у работников угольных предприятий Кемеровской области.

**Материалы и методы.** Были использованы данные, собранные во время медицинских профосмотров. Данные обрабатывались с использованием алгоритмов машинного обучения.

**Результаты.** Рассмотрены различные методы моделирования, включая деревья решений, случайный лес, логистическую регрессию и другие. Особое внимание уделено оценке точности предсказания риска развития рака легких и определению значимых признаков, таких как курение и определенные генетические варианты.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности алгоритмов случайного леса и логистической регрессии, а также о возможности применения методов машинного обучения для анализа сложных биомедицинских данных.

**Ключевые слова:** рак легких; генетическая предрасположенность; векторизация текста; алгоритмы машинного обучения; дерево решений; случайный лес; логистическая регрессия; метод опорных векторов; метод k ближайших соседей

**Kolesnikova T.G., Chernousov M.E., Minina V.I., Vylegzhanina A.V., Minin A.V., Bakanova M.L.**

Kemerovo State University,  
The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

### MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN ASSESSING GENETIC PREDISPOSITION TO LUNG CANCER AMONG COAL MINES WORKERS IN THE KEMEROVO REGION

**The aim of the research** – the paper presents the results of a study aimed at determining the genetic predisposition to lung cancer in workers at coal enterprises in the Kemerovo Region.

**Materials and methods.** Data collected during medical examinations were used. The data was processed using machine learning algorithms.

**Results.** Various modeling methods are considered, including decision trees, random forest, logistic regression, and others. Particular attention is paid to assessing the accuracy of predicting the risk of developing lung cancer and identifying significant features, such as smoking and certain genetic variants.

**Conclusion.** The results obtained indicate the high efficiency of random forest and logistic regression algorithms, as well as the possibility of using machine learning methods to analyze complex biomedical data.

**Key words:** lung cancer; genetic predisposition; text vectorization; machine learning algorithms; decision tree; random forest; logistic regression; support vector machine; method KNN

По данным ВОЗ, одним из самых распространенных видов онкологических заболеваний у мужчин является рак легких. Также он занимает одно из первых мест среди причин смерти от злокачественных новообразований, как у мужчин, так и у женщин [1].

Анализ научной литературы по данному вопросу показал, что в Российской Федерации статистические данные по заболеваемости и смертности по-

казывают общую тенденцию к снижению, начиная с 1997 года. Наибольшее количество зарегистрированных случаев заболевания было зафиксировано в 1997 году – 65660 человек, после чего наблюдалось постепенное снижение до минимального значения в 2020 году – 54375 человек. С 2021 года отмечается небольшой рост числа заболевших, достигший 58905 случаев в 2023 году. Количество умерших от рака легких также демонстрирует общую тенденцию

к снижению, начиная с 1997 года, когда было зарегистрировано 61364 смерти. Минимум был достигнут в 2021 году – 46798 смертей, после чего наблюдается некоторый рост показателей до 48104 случаев в 2023 году (табл. 1) [2].

**Таблица 1**  
**Динамика заболеваемости и смертности от рака легких в Российской Федерации с 1997 по 2023 год (чел./год)**  
**Table 1**  
**Dynamics in the Russian Federation from 1997 to 2023 (persons/year)**

Год	Абс. число новых случаев заболевания, чел.	Абс. число умерших, чел.
1997	65660	61364
1998	64727	60201
1999	63092	59301
2000	63125	58872
2001	62145	57018
2002	60337	56245
2003	58812	54181
2004	59057	53646
2005	57635	52695
2006	57219	51902
2007	57175	51912
2008	56767	51364
2009	57052	51433
2010	56985	51322
2011	56030	50440
2012	55475	49908
2013	56051	50068
2014	57685	49730
2015	60351	51280
2016	60467	51476
2017	62175	50186
2018	61686	50774
2019	60113	50046
2020	54375	49158
2021	56328	46798
2022	57421	46443
2023	58905	48104

Проблема заболеваемости раком легких чрезвычайно актуальна в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью. Работники угледобывающих предприятий, находящиеся в условиях длительного воздействия угольной пыли, радона и других вредных веществ, подвергаются особенно высокому риску развития этого заболевания. К примеру, в Кемеровской области уровень заболеваемости и смертности от рака легких несколько выше обобщенных показателей по Российской Федерации, что можно увидеть, сравнивая стандартизированные коэффициенты заболеваемости и смертности от рака легких, рассчитанные для Кемеровской области и по России в целом (рис.) [2].

Представленные данные указывают на устойчивое снижение как заболеваемости, так и смертности от рака легких в Российской Федерации в целом, и

в Кемеровской области в частности. Это может быть связано со снижением распространенности курения, и другими профилактическими мерами, а также с успехами в лечении онкологических заболеваний. Тем не менее, высокий уровень заболеваемости и смертности сохраняется, особенно среди определенных групп населения, что требует дальнейшего изучения и разработки эффективных стратегий профилактики.

Для работников с вредными факторами проводятся периодические медосмотры по профессии согласно Приказу Минздрава России от 28.01.2021 № 29н. Медосмотры помогают выявить профессиональные заболевания на ранней стадии их развития. Если работа сотрудника будет связана с воздействием вредных и/или опасных факторов, предварительный медицинский осмотр позволит определить, подходит кандидат на должность по состоянию здоровья или нет. Предполагается, что 47% случаев рака легкого могут быть предотвращены при устранении вредной профессиональной экспозиции, связанной с риском развития злокачественных новообразований данной локализации.

Снизить уровень заболеваемости среди работников вредных производств возможно. Для этого необходимо избегать привлечения людей, имеющих генетическую предрасположенность к развитию рака легких, к работе в условиях, способных спровоцировать заболевание.

Таким образом, раннее выявление лиц с высоким риском развития рака легких в силу генетической предрасположенности становится критически важным.

Современные методы генетического анализа позволили накопить большой объем информации о вариациях генома, связанных с различными заболеваниями, в том числе с онкопатологией органов дыхания [3].

Различные коллективы исследователей разрабатывают новые модели на основе методов машинного обучения, которые могут применяться в узких областях медицинской практики. Например, большие языковые модели могут применяться для генерации отчетов и различного рода выписок из истории болезни, а также для составления прогнозов на основе полученных результатов анализов [4]. Также возможно применение больших языковых моделей для проведения удаленных консультаций с помощью умных чат-ботов [5, 6].

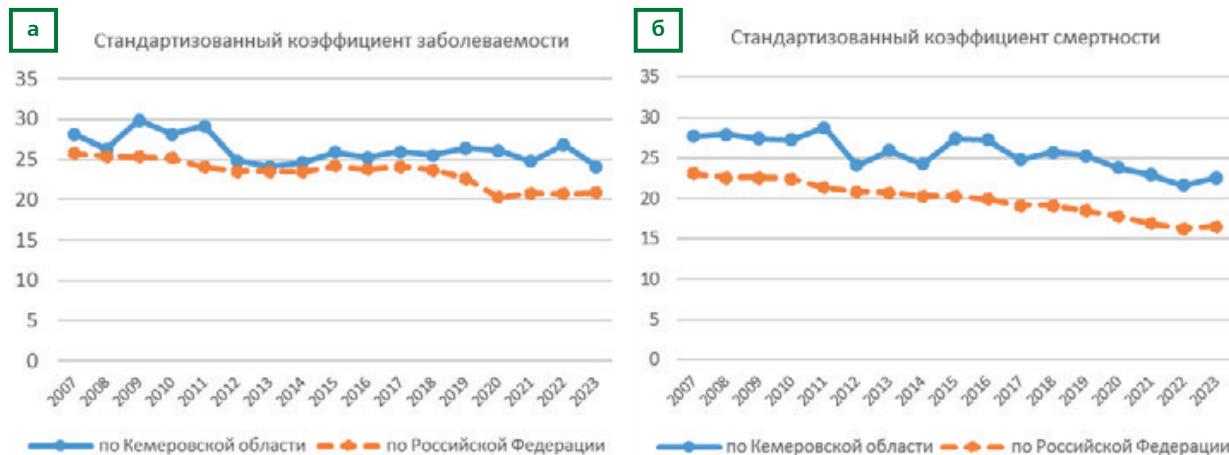
Кластеризация является одной из ключевых задач в медицинской диагностике, где целью является разделение большого массива данных на группы объектов, обладающих высокой степенью сходства [7, 8]. Методы машинного обучения, решающие задачу кластеризации, выявляют скрытые структуры в медицинских данных и позволяют разделить все множество пациентов на подгруппы в зависимости от их симптомов, анамнеза, лабораторных показателей и прочих характеристик [9]. Такие алгоритмы, как k-means, DBSCAN, метод главных компонент и пр., успешно применяются для поддержки

Рисунок

Стандартизированные коэффициенты заболеваемости/смертности по Кемеровской области и по Российской Федерации за период с 2007 по 2023 годы: а) коэффициент заболеваемости; б) коэффициент смертности

Figure

Standardized morbidity/mortality rates for the Kemerovo region and the Russian Federation for the period from 2007 to 2023: a) morbidity rate; b) mortality rate



принятия врачебных решений и выбора стратегии лечения [10-12].

В период пандемии COVID-19 мощное развитие получили методы распознавания и классификации изображений с помощью нейронных сетей. Разработка алгоритмов для автоматической диагностики COVID-19 на основе рентгеновских КТ-снимков грудной клетки стала одним из приоритетных направлений. Такие системы позволяли быстро и точно определять наличие инфекции, снижая нагрузку на медицинский персонал и ускоряя процесс постановки диагноза [13, 14].

Машинное обучение, как подмножество технологий искусственного интеллекта, способно внести большой вклад в анализ генетических данных благодаря своим уникальным возможностям обработки больших объемов информации и выявления сложных взаимосвязей. Оно может быть использовано для создания моделей, которые предсказывают вероятность развития онкологических заболеваний на основе генетической информации пациента [15].

В Кемеровской области были обнаружены свои особенности генома у местных жителей, которые могут сильно влиять на риск развития этого заболевания. Поэтому важно изучить уникальные генетические особенности работников угольных шахт и других вредных производств в регионе, чтобы иметь возможность предсказывать вероятность развития у них рака легких [16, 17].

В рамках современных исследований генетических основ рака легких особое внимание уделяется роли герминальных генетических вариантов, которые могут приводить к нарушениям клеточных процессов и способствовать злокачественному перерождению тканей легкого.

Традиционные методы оценки генетического риска (такие как полногеномный анализ ассоциаций,

ген-кандидатные исследования, сегрегационный анализ) имеют ряд ограничений:

- могут не учитывать всех возможных факторов влияния (образ жизни и вредные привычки, место работы, экология мест проживания, иммунитет конкретного человека);

- могут быть субъективны и зависят от качества собранной информации;

- не учитывают сложный характер взаимодействия генов, способный приводить как к усилению, так и подавлению возможных эффектов.

Целью данного исследования была оценка способности алгоритмов машинного обучения (МО) идентифицировать наиболее значимые генетические варианты, ассоциированные с предрасположенностью к заболеванию раком легких работников угольных шахт Кемеровской области.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Набор данных, использованный для обучения моделей, содержит информацию о 514 работниках угольных предприятий Кемеровской области. Для каждого человека указаны следующие данные:

- информация о генетических вариантах: *IL1b rs16944*, *TNFA rs1800629*, *APEX1 rs1130409*, *XPD (ERCC2) rs13181*, *TGFB1 rs1800471*, *EGFR rs2227984*, *EPHX1 rs1051740*, *CHEK2 rs555607708*, которые по результатам проведенных ранее исследований могут быть связаны с развитием рака легких у шахтеров;

- курит ли человек (да/нет);

- наличие заболевания раком легких: болен или здоров;

- если человек болен, то указан диагноз и стадия развития болезни.

Датасет был разделен на обучающую и тестовую выборки, в тестовую выборку вошли 153 наблюдение

ния, остальные данные использовались для обучения моделей.

Данные являются подмножеством набора данных, собранных в г. Кемерово. Исследование соответствовало этическим стандартам биоэтического комитета (Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом ИЭЧ ФИЦ УУХ СО РАН г. Кемерово, протокол № 1 от 01.07.2025), разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Подробное описание исследуемой группы пациентов и геномного исследования образцов крови описано в [18].

Были использованы следующие методы МО [19]:

- дерево решений,
- случайный лес,
- логистическая регрессия,
- метод опорных векторов,
- метод k ближайших соседей.

В первой серии экспериментов для перекодирования значений аллелей был использован метод «one-hot encoding», который позволяет представить аллели в виде бинарных признаков, где каждому уникальному значению соответствует отдельный столбец. Таким образом, перешли от представления данных в виде строк («GC», «TT», «AT» и др.) к числовым значениям 0 и 1. Обучение каждого алгоритма МО проводилось дважды: первый раз на полном наборе данных, второй раз после удаления дубликатов (21 строка). Это позволило оценить влияние избыточности данных на результаты моделирования.

Во второй серии экспериментов данные рассматривались как текстовые последовательности, где каждая строка представляла собой отдельное предложение, а каждое слово внутри строки соответствовало генотипу в формате {имя\_гена}:{генотип}. Такой подход позволил применить методы обработки естественного языка (векторизация текста способом TF-IDF) для анализа генетических данных.

Итоговые показатели качества работы алгоритмов на наборе данных, преобразованном с применением метода TF-IDF, показаны в таблице 2. Обучение алгоритмов проводилось на тренировочном наборе данных (дублирующиеся строки не удалялись).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

1). Наибольшую точность показали два алгоритма: случайный лес и логистическая регрессия. На наборе данных с учетом дубликатов они достигли уровня Accurasy 0,80.

2). Алгоритмы «Дерево решений» и «Случайный лес» позволяют выделить наиболее значимые признаки для предсказания. Эти признаки связаны с более высоким риском развития рака легких. Также оба метода указывают на высокую значимость курения, известного социо-культурного фактора риска развития рака легких.

Исследование сосредоточено на анализе небольшого количества генов, которые по результатам выполненных ранее исследований считаются связанными с риском рака легких. В данном случае рассматриваются только 8 генов из нескольких тысяч, и совпадение значений в имеющихся столбцах не обязательно отражает полную картину состояния здоровья человека. Состояние здоровья человека может зависеть от множества других генов и факторов окружающей среды, которые не учтены в данном исследовании.

Кроме того, даже если последовательности генов идентичны, уровень экспрессии (активности) генов может различаться, что также влияет на риск развития заболевания. Не стоит также исключать возможность взаимодействия генов: гены взаимодействуют друг с другом, и комбинация различных генов может влиять на риск развития заболевания сильнее, чем каждый ген в отдельности.

Во второй серии экспериментов наибольшую точность показали метод k ближайших соседей (Accurasy 0,81) и метод опорных векторов (Accurasy 0,78). Это указывает на их высокую способность

**Таблица 2**  
Результаты оценки точности предсказания риска развития рака легких различными алгоритмами МО на тестовом наборе данных, обработанном с помощью метода TF-IDF

**Table 2**  
Results of assessing the accuracy of predicting the risk of developing lung cancer using various ML algorithms on a test data set processed using the TF-IDF method

Алгоритм МО	Accurasy	AUC&ROC кривая
Дерево решений	0,73	0,7104
Случайный лес	0,78	0,7651
Логистическая регрессия	0,77	0,7595
Метод опорных векторов	0,78	0,7751
Метод k ближайших соседей	0,81	0,7954
Количество строк в датасете	153	

правильно классифицировать случаи рака легких и здоровых людей.

Сравнительный анализ результатов исследования, представленных в первой таблице и во второй таблице, позволяет сделать ряд наблюдений и выводов:

1) в случае использования метода TF-IDF наблюдается повышение точности предсказания у метода к ближайших соседей (с 0,78 до 0,81).

2) Также во второй таблице алгоритмы «Дерево решений», «Метод опорных векторов» и «Метод к ближайших соседей» показывают улучшенные значения AUC по сравнению с первой таблицей. Наибольшее увеличение AUC наблюдается у метода опорных векторов (с 0,7719 до 0,7751) и метода к ближайших соседей (с 0,7606 до 0,7954). Это указывает на более высокую точность предсказаний моделей как следствие улучшения способности разделять классы здоровых и больных людей.

Метод TF-IDF, использованный во второй таблице, вероятно, помог глубже понять взаимосвязи между отдельными словами (генотипами) и их сочетаниями, учесть их вклад в общее содержание, что привело к улучшению точности и AUC.

Применение метода TF-IDF показало возможность его использования при работе с сложными биомедицинскими данными, включая обработку генетических вариантов. Он позволил получить хорошее качество работы модели, выделив значимые признаки в имеющемся массиве генетической информации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведения научного исследования были протестированы пять методов машинного обучения для оценки риска возникновения рака лег-

ких: дерево решений, случайный лес, логистическая регрессия, метод опорных векторов и метод к ближайших соседей, в двух вариантах предварительной обработки набора данных (с преобразованием по методу TF-IDF и без преобразования).

В результате метод к ближайших соседей в сочетании с обработкой данных по методу TF-IDF показал наиболее хорошую точность прогнозов на имеющемся наборе данных. Данный подход может быть предложен к использованию для профилактики заболевания раком у работников горнодобывающих предприятий в рамках регулярных профилактических медосмотров, а также при анализе рисков возникновения заболевания при приеме на работу.

Алгоритмы машинного обучения (такие как дерево решений, случайный лес и др.) представляют собой мощный инструмент для анализа медицинских данных. Они способны выявлять скрытые закономерности и определять ключевые признаки, значительно влияющие на вероятность возникновения заболевания.

Тем не менее, важно отметить, что рассмотренные методы использовались исключительно в контексте конкретной задачи и не являются универсальным решением для всех видов анализа медицинских данных. В зависимости от специфики задачи и предъявляемых требований к результатам могут потребоваться другие подходы или комбинации методов для достижения оптимальных результатов.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа выполнена в рамках государственного задания. Проект № 124041100077-1

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. World Health Organization (WHO): Lung cancer URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/lung-cancer> (дата обращения: 26.01.2025)
2. Zabolevaemost onkologii i smertnost ot nee s 1997 goda //MNIОI im. P.A. Gertsena; obrabotka: «Esli byt tochnym», 2024. Russian (Заболелаемость онкологией и смертность от нее с 1997 года» //МНИОИ им. П.А. Герцена; обработка: «Если быть точным», 2024.) URL: [https://tochno.st/datasets/cancer\\_incidence](https://tochno.st/datasets/cancer_incidence) (дата обращения: 16.02.2025).
3. Geneticheskii pasport – osnova individualnoi i prediktivnoi meditsiny /Pod red. V.S. Baranova. SPb: OOO «Izdatelstvo N-L», 2009. 528 s. Russian (Генетический паспорт – основа индивидуальной и предиктивной медицины /Под ред. В.С. Баранова. СПб: ООО «Издательство Н-Л», 2009. 528 с.)
4. Akinin AA. Primenenie bol'shikh yazykovykh modelej dlya diagnostiki. *Scientific and Technical Volga region Bulletin*. 2024; 11: 138-140. Russian (Акинин А.А. Применение больших языковых моделей для диагностики //Научно-технический вестник Поволжья. 2024. № 11. С. 138-140.)
5. Yang R, Tan TF, Lu W, Thirunavukarasu AJ, Ting DSW, Liu N. Large language models in health care: Development, applications, and challenges. *Health Care Sci*. 2023; 2(4): 255-263. doi: 10.1002/hcs2.61
6. Primenenie bolshikh iazykovykh modelei v meditsine [Elektronnyi resurs] Webiomed. Russian (Применение больших языковых моделей в медицине [Электронный ресурс] Webiomed.) URL: <https://webiomed.ru/blog/primenenie-bolshikh-iazkovykh-modelei-v-meditsine> (дата обращения: 25.01.2025)
7. Vasyaeva AS. Review of clustering algorithms for the purpose of processing medical data. *Algorithms, methods and systems for data processing*. 2017; 2(36): 17-22. Russian (Васяева Д.О., Белякова А.С. Обзор алгоритмов кластеризации с целью обработки медицинских данных //Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2017. Т. 2, № 36. С. 17-22.)
8. Kasyuk ST, Didenko GA, Stepanova OA. Cluster analysis of medical research data using the R language. *Modern science: current problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2021; 04/2: 23-32. Russian (Касюк С.Т., Диденко Г.А., Степанова О.А. Кластерный анализ данных медицинских исследований с использованием языка R //

- Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. 2021. Т. 04/2. С. 23-32.) doi: 10.37882/2223-2966.2021.04-2.11
9. Bogatyr IN. Clustering algorithms in the analysis of medical data. *Scientific and technical bulletin of the Volga region*. 2023; 12: 586-588. Russian (Богатырь И.Н. Алгоритмы кластеризации в анализе медицинских данных //Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 12. С. 586-588.)
  10. Zimina EYu. Application of clustering methods in the development of a system for automated analysis of cardiac information. *New information technologies and systems (NITIS-2021): Collection of scientific articles based on the materials of the XVIII International Scientific and Technical Conference, Penza, November 24-26, 2021*. Penza, 2021. P. 63-66. Russian (Зими́на Е.Ю. Применение методов кластеризации при разработке системы автоматизированного анализа кардиологической информации //Новые информационные технологии и системы (НИТиС-2021): Сб. науч. статей по матер. XVIII Междунар. науч.-техн. конф., Пенза, 24-26 ноября 2021 года. Пенза, 2021. С. 63-66.)
  11. Serobabov AS, Denisova LA, Serobabova AL. Development of a system to support medical decision-making when prescribing treatment to a patient. *News of Tula State University. Technical Sciences*. 2023; 9: 321-325. Russian (Серобабов А.С., Денисова Л.А., Серобабова А.Л. Разработка системы поддержки принятия врачебных решений при назначении лечения пациенту //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 9. С. 321-325.) doi: 10.24412/2071-6168-2023-9-321-322
  12. Al-Funjan A, Meziane F, Aspin R. Describing Pulmonary Nodules Using 3D Clustering. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. 2022; 22(3): 261-271. Russian (Аль-Фунжан А, Мезиан Ф, Аспин Р. Описание легочных узелков с помощью трехмерной кластеризации //Передовые инженерные исследования (Ростов-на-Дону). 2022. Т. 22, № 3. С. 261-271.) doi: 10.23947/2687-1653-2022-22-3-261-271
  13. Kotov SA, Starkov SO. Determination of the results of computed tomography studies of the chest organs with signs of COVID-19 using computer vision methods. *The future of nuclear energy – AtomFuture 2021: Abstracts of the XVII International Scientific and Practical Conference, Obninsk, November 22-23, 2021*. Obninsk, 2021. P. 180-182. Russian (Котов С.А., Старков С.О. Определение результатов исследований компьютерной томографии органов грудной клетки с признаками COVID-19 с помощью методов компьютерного зрения //Будущее атомной энергетики – AtomFuture 2021: Тезисы докладов XVII Междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 22-23 ноября 2021 года. Обнинск, 2021. С. 180-182.)
  14. Limanova NI, Morozov DA. Review of computer vision models for determining the presence of COVID-19 disease. *Eurasian Scientific Association*. 2021; 4-1(74): 57-59. Russian (Лиманова Н.И., Морозов Д.А. Обзор моделей компьютерного зрения для определения наличия заболевания COVID-19 //Евразийское Научное Объединение. 2021. Т. 4-1, № 74. С. 57-59.)
  15. Vinokurov MA, Mironov KO, Domonova EA, Romanuk TN, Popova AA, Akimkin VG. Comparison of machine learning methods for predicting cervical cancer risk based on genetic susceptibility. *Epidemiology and infectious diseases. Current issues*. 2024; 14(1): 77-82. Russian (Винокуров М.А., Миронов К.О., Домонова Э.А., Романюк Т.Н., Попова А.А., Акимкин В.Г. Сравнение методов машинного обучения для прогнозирования риска развития рака шейки матки на основе генетической предрасположенности //Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2024. Т. 14, № 1. С. 77-82.) doi: 10.18565/epidem.2024.14.1.77-82
  16. Minin AV, Katanakhova MV. Analysis of whole-exome sequencing data in Kuzbass patients with lung cancer: search for rare pathogenic variants. *Interdisciplinary approaches in biology, medicine and earth sciences: theoretical and applied aspects: Proceedings of the symposium of the XIX (LI) International scientific conference of students, graduate students and young scientists, Kemerovo, April 23, 2024*. Kemerovo, 2024. P. 116-119. Russian (Минин А.В., Катанахова М.В. Анализ данных полноэкзомного секвенирования у жителей Кузбасса больных раком легкого: поиск редких патогенных вариантов //Междисциплинарные подходы в биологии, медицине и науках о земле: теоретические и прикладные аспекты: Матер. симп. XIX (LI) Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 23 апреля 2024 года. Кемерово, 2024. С. 116-119.)
  17. Minin AV, Rkunov DS. Lung cancer in miners: genetic factors. *Development – 2021: Scientific electronic publication*. Kemerovo: FRC CCC SB RAS, 2021. P. 219-227. Russian (Минин А.В., Рекунов Д.С. Рак легкого у шахтеров: генетические факторы //Развитие – 2021: Научное электронное издание. Кемерово: ФИЦ УХ СО РАН, 2021. С. 219-227.) doi: 10.53650/9785902305620\_219
  18. Timofeeva AA, Minin AV, Bakanova ML, Zakharova YaA, Torgunakova AV, Prosekov AYU, et al. Polymorphism of genes encoding DNA repair enzymes in coal mine workers with lung cancer. *Journal of the Siberian Federal University. Series: Biology*. 2024; 17(1): 33-44. Russian (Тимофеева А.А., Минин А.В., Баканова М.Л., Захарова Я.А., Торгунакова А.В., Просеков А.Ю., и др.. Полиморфизм генов ферментов репарации ДНК у работников угольных шахт больных раком легкого //Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2024. Т. 17, № 1. С. 33-44.)
  19. Kulincha PV. Ispol'zovanie sluchajnogo lesa dlya klassifikatsii dannyh. *Molodoj uchenyj*. 2024; 24(523): 88-91. Russian (Кулинча П.В. Использование случайного леса для классификации данных //Молодой ученый. 2024. № 24(523). С. 88-91.)

**Сведения об авторах:**

КОЛЕСНИКОВА Татьяна Геннадьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры цифровых технологий, КемГУ, г. Кемерово, Россия.  
E-mail: tgkolesnikova@yandex.ru

**Information about authors:**

KOLESNIKOVA Tatyana Gennadyevna, candidate of technical sciences, docent of the department of digital technologies, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia. E-mail: tgkolesnikova@yandex.ru

ЧЕРНОУСОВ Михаил Евгеньевич, ассистент кафедры цифровых технологий, КемГУ, г. Кемерово, Россия. E-mail: chme@live.ru

МИНИНА Варвара Ивановна, доктор биол. наук, доцент, зав. кафедрой генетики и фундаментальной медицины, КемГУ; главный научный сотрудник лаборатории цитогенетики, ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово, Россия. E-mail: vminina@mail.ru

ВЫЛЕГЖАНИНА Алина Владимировна, канд. техн. наук, доцент кафедры цифровых технологий, КемГУ, г. Кемерово, Россия. E-mail: alina\_com@rambler.ru

МИНИН Артем Вячеславович, аспирант, КемГУ, г. Кемерово, Россия. E-mail: a.v.minin2000@mail.ru

БАКАНОВА Марина Леонидовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории цитогенетики, ФИЦ УУХ СО РАН; доцент кафедры биологии с основами генетики и паразитологии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: mari-bakano@yandex.ru

CHERNOUSOV Mikhail Evgenievich, assistant of the department of digital technologies, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia. E-mail: chme@live.ru

MININA Varvara Ivanovna, doctor of biological sciences, docent, head of the department of genetics and fundamental medicine, Kemerovo State University; chief researcher of the laboratory of cytogenetics, FRC CCC SB RAS, Kemerovo, Russia. E-mail: vminina@mail.ru

VYLEGZHANINA Alina Vladimirovna, candidate of technical sciences, docent of the department of digital technologies, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia. E-mail: alina\_com@rambler.ru

MININ Artem Vyacheslavovich, postgraduate student, Kemerovo State University, Kemerovo, Russia. E-mail: a.v.minin2000@mail.ru

BAKANOVA Marina Leonidovna, candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of cytogenetics, FRC CCC SB RAS; docent of the department of biology with fundamentals of genetics and parasitology, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: mari-bakano@yandex.ru

**Корреспонденцию адресовать:** БАКАНОВА Марина Леонидовна, 650066, г. Кемерово, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России  
E-mail: mari-bakano@ya.ru

Статья поступила в редакцию 12.09.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-89-92 EDN: EFPWRX

**Информация для цитирования:**

Радоуцкая Е.Ю., Онищук Я.И., Свечкарь П.Е., Шмыгун М.В. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ВЫЯВЛЯЕМОСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 2019 ПО 2023 ГГ. // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 89-92.

**Радоуцкая Е.Ю., Онищук Я.И., Свечкарь П.Е., Шмыгун М.В.**  
ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора,  
г. Новосибирск, Россия



## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ВЫЯВЛЯЕМОСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 2019 ПО 2023 ГГ.

Выявлено, что среди пациентов с впервые установленным диагнозом профессионального заболевания преобладают работники промышленных предприятий Новосибирской области, что в структуре заболевших подавляющее большинство составляют мужчины, на долю которых стабильно приходилось более 70% от всех зарегистрированных впервые случаев профессиональных заболеваний и лиц, которым эти профессиональные заболевания были выставлены. Проанализированы причины, затрудняющие первичную экспертизу связи заболевания с профессией, формат предоставляемых на экспертизу документов. Рассмотрены потоки направления на экспертизу связи заболевания с профессией. Изучена структура первичной профессиональной заболеваемости.

**Ключевые слова:** экспертиза связи заболевания с профессией; периодические медицинские осмотры; санитарно-гигиеническая характеристика условий труда; специальная оценка условий труда

**Radoutskaia E.Yu., Onishchuk Ya.I., Svechkar PE., Shmygun M.V.**  
Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia

### REGIONAL FEATURES OF THE STRUCTURE AND DETECTABILITY OF PRIMARY OCCUPATIONAL MORBIDITY IN THE NOVOSIBIRSK REGION FOR THE PERIOD FROM 2019 TO 2023

The study found that among patients with a newly diagnosed occupational disease, workers of industrial enterprises in the Novosibirsk Region predominate. The structure of the diseased is overwhelmingly male, consistently accounting for more than 70% of all registered first cases of occupational diseases and the individuals diagnosed with them. The reasons complicating the primary examination of the connection between a disease and profession, as well as the format of documents submitted for examination, were analyzed. The referral pathways for the examination of the connection between a disease and profession were reviewed. The structure of primary occupational morbidity was studied.

**Key words:** examination of the connection between a disease and profession; periodic medical examinations; sanitary-hygienic characteristics of working conditions; special assessment of working conditions

Одной из важнейших задач современного российского здравоохранения по-прежнему является сохранение здоровья работающих граждан, продление трудового долголетия. Особое внимание уделяется профилактическим мероприятиям, в том числе проведению качественных периодических медицинских осмотров, выявлению ранних признаков профессиональных заболеваний [1]. Также в системе охраны здоровья работающих первоочередное значение имеет экспертиза связи заболевания с профессией, наряду с экспертизой профессиональной пригодности и медико-социальной экспертизы [2].

Согласно многолетним информационно-аналитическим данным, Сибирский федеральный округ является территорией с самыми неблагоприятными условиями труда и самым высоким уровнем профзабо-

леваемости в России [3]. И в период с 2019 г. по 2023 г. он также лидирует по зарегистрированным случаям числа лиц с впервые установленным диагнозом хронического профессионального заболевания (более 1000 ежегодно) [4]. При этом Новосибирская область стабильно занимает 5-е место среди 10 субъектов Сибирского федерального округа [5].

**Цель исследования** — изучение региональных особенностей структуры и выявляемости первичной профессиональной заболеваемости в Новосибирской области.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Истории болезни пациентов за период 2019-2023 гг., по которым проводилась экспертиза связи

заболеваний с профессией в Клинике профессиональной патологии ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Были проанализированы 223 истории болезни первичных пациентов. Из них, 60 женщин, 163 мужчины. По возрасту пациенты были распределены следующим образом: 30-39 лет – 10 человек, 40-49 лет – 38 человек, 50-59 лет – 110 человек, 60-69 лет – 59 человек, более 70 лет – 6 человек. Таким образом, половина пациентов, впервые обратившихся для экспертизы связи заболевания с профессией, были в возрасте от 50 до 59 лет; средний возраст пациентов в этом возрастном промежутке – 54,8 лет (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Распределение пациентов с подозрением на профессиональное заболевание по возрастам**  
**Table 1**  
**Distribution of patients with suspected occupational disease by age**

Возраст	Количество пациентов (уд. вес, %)
30-39 лет	10 человек (4,48%)
40-49 лет	38 человек (17,1%)
50-59 лет	110 человек (49,3%)
60-69 лет	59 человек (26,5%)
Старше 70 лет	6 человек (2,62%)

По социальному статусу работающих на момент экспертизы было 97 человек, неработающих – 126. Городских жителей было 105, сельских – 118 человек. Обращает внимание направляющая на экспертизу организация: самое большое количество направлений с места жительства – 167, с места работы и с периодических медицинских осмотров – примерно одинаковое количество направлений – 28 и 25 соответственно, самостоятельно обратились 3 человека (рис. 1).

Профессиографический анализ медицинской документации пациентов включал изучение професси-

онального маршрута, санитарно-гигиенических характеристик условий труда обследуемых с выделением ведущих вредных факторов трудового процесса, данных периодических медицинских осмотров в течение трудового процесса.

Статистическая обработка результатов проведена с помощью электронных таблиц Microsoft Excel и программы Statistica 10.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В направлениях на проведение экспертизы связи заболевания с профессией у 199 человек был указан диагноз одного заболевания, в отношении которого должна была проводиться экспертиза, у 4 человек – 2 диагноза. Проанализирована структура диагнозов, указанных в направлении. Лидирующее положение занимают направления с подозрением на профессиональный генез дорсопатии, преимущественно пояснично-крестцового уровня – 87 случаев. На втором месте – нейросенсорная тугоухость – 33 случая. Третье ранговое место делят между собой направления по поводу подозрений на заболевания опорно-двигательного аппарата и вибрационную болезнь – 28 и 27 случаев соответственно. При ранжировании групп заболеваний инфекционные заболевания (35 случаев) профессионального генеза, с учетом прошедшей в анализируемый период пандемии COVID-19, не учитывались (рис. 2).

По итогам первично проведенной экспертизы связь заболеваний с профессией была установлена в 151 случае (68% всех обращений), причем в 52 случаях установлены 2 диагноза профессиональных заболеваний, а в 8 случаях – 3. Не установлена связь заболеваний с профессией в 43 случаях. 29 пациентов были выписаны с диагнозом в стадии экспертизы (в 22 случаях запрошены дополнения к санитарно-гигиенической характеристике (СГХ) условий труда, в 7 случаях назначены дополнительные обследования). В последующем, 13 пациентам

**Рисунок 1**  
**Структура распределения случаев по направляющим на экспертизу**  
**Figure 1**  
**Structure of case distribution by organizations submitting cases for examination**

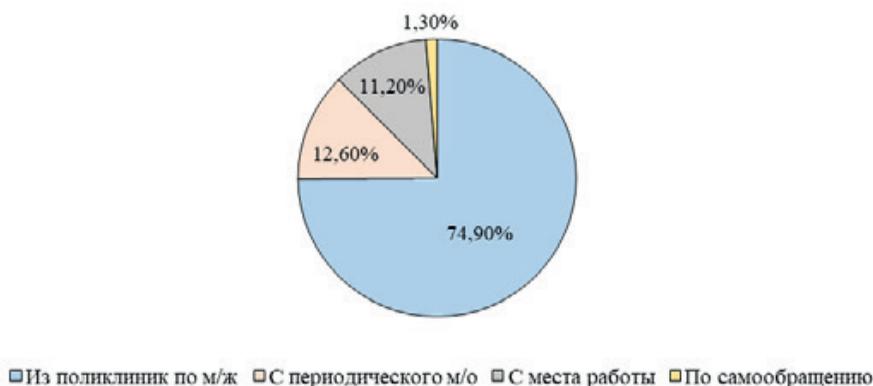


Рисунок 2  
Нозологическая структура диагнозов в направлении  
Figure 2  
Nosological structure of diagnoses in the direction



из оставленных в экспертизе были установлены диагнозы профессиональных заболеваний, 9 пациентам не установлены. На момент анализа 7 человек продолжают оставаться в экспертизе.

В результате анализа было установлено, что в структуре заболевших преобладали мужчины, на долю которых стабильно приходилось более 70% от всех зарегистрированных впервые случаев профессиональных заболеваний и лиц, которым эти профессиональные заболевания были выставлены. Погодовое распределение лиц с впервые выявленным диагнозом профессионального заболевания по гендерному признаку приведено в таблице 2

Среди пациентов с впервые установленным диагнозом профессионального заболевания преобладают работники промышленных предприятий Новосибирской области – 151 человек (58,3%). Наибольший вклад в уровень профессиональной заболеваемости в регионе, по данным Центра профпатологии ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, вносят промышленные предприятия Искитимского района – АО «Сибирский Антрацит» и ООО «Эл-6» (ранее АО «НОВЭЗ»). В городе Новосибирске профессиональную патологию формируют преимущественно АО «НМЗ им. Кузьмина», АО «Новосибирский стрелочный завод» и АО «Новосибирский авиаремонтный завод».

## ВЫВОДЫ

1. Основные причины отрицательного решения экспертизы связи заболевания с профессией – ма-

лый стаж, отсутствие превышений по вредным факторам во время работы, длительный постконтактный период.

2. Основные причины запроса дополнений к СГХ условий труда – отсутствие описаний наличия вредных профессионально-производственных факторов за весь период работы во вредных и опасных условиях труда, отсутствие данных проводимых специальных оценок условий труда, аттестации рабочих мест, производственного контроля. Очень часто в представленных на первичную экспертизу СГХ условий труда указаны не все факторы, которые воздействовали на человека во время рабочей смены. Также в ситуациях, когда предприятие, на котором работал человек, уже не существует, не прописаны аналогичные рабочие места либо нет описания производственного процесса, согласно литературным данным.

3. Таким образом, полученные данные позволяют обратить внимание на имеющиеся особенности структуры и выявляемости первичной профессиональной заболеваемости в Новосибирской области. Основными проблемами на сегодняшний день остаются: неблагоприятные условия труда в плане тяжести трудового процесса, обусловленные преимущественно конструктивными недостатками машин и оборудования и несовершенством технологических процессов, что определяет сохраняющийся высокий уровень профессиональной патологии опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы; низкий уровень качества проведения медицинских осмотров, что наглядно подтверждается низ-

Таблица 2  
Погодовое распределение лиц с впервые выявленным диагнозом профессионального заболевания по полу  
Table 2  
Year-by-year distribution of individuals with a newly diagnosed occupational disease by gender

Количество случаев профессиональных заболеваний	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Всего	36	51	39	55	42
в т.ч. женщин	8	20	6	13	14
в т.ч. мужчин	28	31	33	42	28

ким уровнем направлений пациентов с периодическим медицинским осмотром (ПМО) на экспертизу связи заболевания с профессией; недобросовестное выполнение предприятиями требований о проведении 1 раз в 5 лет периодических медицинских осмотров для работников, занятых на работах во вредных и/или опасных условиях труда, в центре профессиональной патологии.

#### ПРИМЕНЕНИЕ:

1. Анализ выявляемости первичной профессиональной заболеваемости в Новосибирской области.
2. Сравнение структуры первичной профессиональной заболеваемости в последние годы в Ново-

сибирской области и Сибирском Федеральном округе.

3. Изучение основных причин, затрудняющих экспертизу связи заболеваний с профессией, и установление возможных путей оптимизации выявляемости первичной профессиональной заболеваемости в Новосибирской области.

#### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Professional pathology: national guidelines /ed. by IV. Bukhtiyarov. M.: GEOTAR-Media, 2024. P. 34. Russian (Профессиональная патология: национ. руков. /под ред. И.В. Бухтиярова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2024. С. 31.)
2. Professional pathology: national guidelines /ed. by IV. Bukhtiyarov. M.: GEOTAR-Media, 2024. P. 34. Russian (Профессиональная патология: национ. руков. /под ред. И.В. Бухтиярова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2024. С. 71.)
3. Novikova II, Mingazov IF, Poteryaeva EL. On the state of occupational morbidity of workers in the Siberian Federal District: information and analytical materials. Novosibirsk, 2024. P. 11. Russian (Новикова И.И., Мингазов И.Ф., Потеряева Е.Л. О состоянии профессиональной заболеваемости работающих в Сибирском Федеральном Округе: информ.-аналит. матер. Новосибирск, 2024. С. 11.)
4. Novikova II, Mingazov IF, Poteryaeva EL. *On the state of occupational morbidity of workers in the Siberian Federal District: information and analytical materials.* - Novosibirsk, 2024. P.4-5. Russian (Новикова И.И., Мингазов И.Ф., Е.Л. Потеряева Е.Л. О состоянии профессиональной заболеваемости работающих в Сибирском Федеральном Округе: информ.-аналит. матер. Новосибирск, 2024. С. 4-5.)
5. Novikova II, Mingazov IF, Poteryaeva EL. On the state of occupational morbidity of workers in the Siberian Federal District: information and analytical materials. Novosibirsk, 2024. P. 8. Russian (Новикова И.И., Мингазов И.Ф., Е.Л. Потеряева Е.Л. О состоянии профессиональной заболеваемости работающих в Сибирском Федеральном Округе: информ.-аналит. матер. Новосибирск, 2024. С. 8.)

#### Сведения об авторах:

РАДОУЦКАЯ Елена Юрьевна, канд. мед. наук, врач невролог клиники профессиональной патологии и профилактики школьно-обусловленных заболеваний, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.  
E-mail: elena\_doctor@mail.ru

ОНИЩУК Ярослава Игоревна, врач невролог клиники профессиональной патологии и профилактики школьно-обусловленных заболеваний, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия. E-mail: yonishuk@mail.ru

СВЕЧКАРЬ Полина Евгеньевна, главный врач клиники профессиональной патологии и профилактики школьно-обусловленных заболеваний, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.  
E-mail: svechkar\_pe@niig.su

ШМЫГУН Маргарита Владимировна, врач дерматолог клиники профессиональной патологии и профилактики школьно-обусловленных заболеваний, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия.  
E-mail: shmygun\_mv@niig.su

#### Information about authors:

RADOUTSKAYA Elena Yuryevna, candidate of medical sciences, neurologist of the clinic of professional pathology and prevention of school-related diseases, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.  
E-mail: elena\_doctor@mail.ru

ONISHCHUK Yaroslava Igorevna, neurologist of the clinic of professional pathology and prevention of school-related diseases, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.  
E-mail: yonishuk@mail.ru

SVECHKAR Polina Evgenievna, chief physician of the clinic of professional pathology and prevention of school-related diseases, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.  
E-mail: svechkar\_pe@niig.su

SHMYGUN Margarita Vladimirovna, dermatologist of the clinic of professional pathology and prevention of school-related diseases, Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia.  
E-mail: shmygun\_mv@niig.su

**Корреспонденцию адресовать:** РАДОУЦКАЯ Елена Юрьевна, 630108 г. Новосибирск, ул. Пархоменко, д. 7, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора  
E-mail: elena\_doctor@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.11.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-93-98 EDN: VEEVWY

**Информация для цитирования:**

Лубянский В.Г., Сероштанов В.В., Худякова В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ В КУЛЬТЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ ДИСТАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПАНКРЕАТИТЕ И ОПУХОЛЯХ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 93-98.

**Лубянский В.Г., Сероштанов В.В., Худякова В.И.**

Алтайский государственный медицинский университет,  
КГБУЗ «Краевая клиническая больница»,  
г. Барнаул, Россия



## ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ В КУЛЬТЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ ДИСТАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПАНКРЕАТИТЕ И ОПУХОЛЯХ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Дистальная резекция поджелудочной железы занимает около трети от всех операций на поджелудочной железе. Несмотря на имеющиеся технологические возможности безопасного выполнения операции, она по-прежнему ассоциирована с высокой частотой серьезных послеоперационных осложнений.

**Цель** – провести анализ эффективности и безопасности дистальной резекции поджелудочной железы с сохранением селезенки, а также оценить влияние данной технологии на частоту и структуру послеоперационных осложнений по сравнению с традиционной дистальной резекцией поджелудочной железы со спленэктомией.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты дистальной резекции поджелудочной железы у больных хроническим панкреатитом и опухолями поджелудочной железы. Проведена оценка состояния кровотока в системе воротной вены в до- и послеоперационном периодах.

**Результаты.** Дистальная резекция поджелудочной железы со спленэктомией является причиной возникновения осложнений в раннем послеоперационном периоде. В то время как сохранение селезенки при дистальной резекции позволяет избежать возникновения осложнений. Изучено состояние кровообращения в бассейне воротной и селезеночной вен методом дуплексного сканирования.

**Заключение.** Применение технологии сохранения селезенки позволяет улучшить результаты дистальной резекции поджелудочной железы у больных с доброкачественными опухолями поджелудочной железы и хроническим панкреатитом. В ряде случаев возможно применение видеолaparоскопических технологий дистальной резекции поджелудочной железы.

**Ключевые слова:** дистальная резекция поджелудочной железы; спленэктомия; панкреатический свищ; послеоперационный панкреатит; панкреонекроз; кровотечение

**Lubyansky V.G., Seroshtanov V.V., Khudyakova V.I.**

Altai State Medical University,  
Regional Clinical Hospital,  
Barnaul, Russia

### ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR PREVENTING COMPLICATIONS AFTER DISTAL PANCREATECTOMY

Distal pancreatectomy accounts for approximately one-third of all pancreatic surgeries. Despite the existing technological capabilities for performing the procedure safely, it remains associated with a high rate of serious postoperative complications.

**The aim of the research** – To analyze the efficacy and safety of distal pancreatectomy with spleen preservation and to assess the impact of this technology on the incidence and structure of postoperative complications compared to traditional distal pancreatectomy with splenectomy.

**Materials and Methods.** The results of distal pancreatectomy in patients with chronic pancreatitis and pancreatic tumors were analyzed. Portal venous blood flow was assessed preoperatively and postoperatively.

**Results.** Distal pancreatectomy with splenectomy is associated with complications in the early postoperative period. However, spleen preservation during distal pancreatectomy helps prevent complications. The state of blood circulation in the portal and splenic veins was studied using duplex scanning.

**Conclusion.** The use of spleen-preserving technology improves the results of distal pancreatectomy in patients with benign pancreatic tumors and chronic pancreatitis. In some cases, videolaparoscopic technologies for distal pancreatectomy can be used.

**Key words:** distal resection of pancreas; splenectomy; pancreatic fistula; postoperative pancreatitis; pancreatic necrosis; bleeding

Проблема послеоперационных осложнений после дистальной резекции поджелудочной железы на сегодняшний день остается актуальной. Дистальная резекция поджелудочной железы занимает около 30% от всех операций на поджелудочной железе [1-4]. Несмотря на технический прогресс и стандартизацию методик, она по-прежнему ассоциирована с высокой частотой серьезных послеоперационных осложнений — панкреатических фистул, послеоперационного острого панкреатита в головке поджелудочной железы, аррозивных кровотечений, внутрибрюшных абсцессов и эндокринной недостаточности [5-8]. Эти осложнения не только увеличивают сроки госпитализации и стоимость лечения, но и напрямую влияют на качество жизни пациентов и на летальность [9-11].

**Цель работы** — провести анализ эффективности и безопасности дистальной резекции поджелудочной железы с сохранением селезенки, а также оценить влияние данной технологии на частоту и структуру послеоперационных осложнений по сравнению с традиционной дистальной резекцией поджелудочной железы со спленэктомией.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе КГБУЗ «Краевая клиническая больница» проведен ретроспективный анализ результатов лечения 36 больных за период с 2020 по 2025 гг., кому выполнена дистальная резекция поджелудочной железы. Из них, с хроническим панкреатитом 31 (86,1%) больной и опухолями поджелудочной железы 5 (13,9%) больных. Среди них было 19 мужчин и 17 женщин. Средний возраст  $58 \pm 3,6$  лет.

Все больные обследованы согласно клиническим рекомендациям по лечению хронического панкреатита и опухолей поджелудочной железы. Всем пациентам выполнялось биохимическое исследование крови, а также инструментальное обследование, включающее МСКТ органов брюшной полости с в/в контрастированием, ЭУС выполнялось при необходимости, а также дуплексное сканирование сосудов системы воротной вены в до- и послеоперационном периодах. Также проводился динамический анализ дренажной жидкости с целью оценки выделяемого объема и уровня амилазы в ней. Сопутствующая патология обнаружена у 21 больного. Среди сопутствующих заболеваний наиболее часто встречалась гипертоническая болезнь (12 больных), ишемическая болезнь сердца (6 больных), сахарный диабет (8 больных), иная патология (7 больных).

Исследуемые были разделены на группы в зависимости от техники выполнения дистальной резекции с сохранением селезенки и со спленэктомией. Технология операции включала дистальную резекцию поджелудочной железы с перевязкой селезеночной артерии и вены у 12 (33,3%) больных, кому селезенка была сохранена с оставлением кровотока через короткие желудочные ветви, у 2 (5,6%) пациентов сохранена селезеночная вена, и удаление селезенки — у 22 (61,1%) больных.

Проспективный этап исследования выполнен в рамках научного гранта ректора ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России для студентов, номер проекта 4. Исследование включало дуплексное сканирование сосудов брюшной полости (внепеченочная и внутрипеченочная части воротной вены, селезеночная вена, верхняя брыжеечная и нижняя полая вены). Обследованы 22 пациента. Из них, у 16 обследованных в анамнезе была выполнена спленэктомия. 6 пациентов без соматической патологии были включены в контрольную группу, без оперативного вмешательства. Средний возраст группы составил  $54,7 \pm 2,8$  лет.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ раннего послеоперационного периода показал, что в случае выполнения дистальной резекции со спленэктомией у пациентов возникали такие осложнения, как острый панкреатит оставленной культы поджелудочной железы, панкреатические свищи, перитонит, абсцессы, кровотечения, реактивные плевриты (рис. 1).

В группе со спленэктомией наблюдалось сохранение лейкоцитоза на 5-е сутки после операции ( $16,8 \pm 1,25 \cdot 10^3 / \text{л}$ ). Выполнение повторного хирургического вмешательства было проведено 8 больным. Продолжительность нахождения в стационаре составила  $23 \pm 3,1$  койко-дня. Летальных исходов не было.

С целью оценки состояния поджелудочной железы в послеоперационном периоде в случае наличия осложнений выполнялась компьютерная томография органов брюшной полости с в/в контрастированием. Выявлено наличие отека в области головки поджелудочной железы, инфильтрация парапанкреальной клетчатки, характерные для острого панкреатита (рис. 2).

В группе с сохранением селезенки данные осложнения не возникали. Период нахождения в стационаре составил не более 10 койко-дней. Лабораторные показатели крови, анализ дренажной жидкости в послеоперационном периоде показали достоверное различие в сравнении с анализами группы со спленэктомией.

При выполнении больным с сохранением селезенки компьютерной томографии органов брюшной полости с в/в контрастированием не зафиксировано возникновения послеоперационных осложнений (рис. 3).

Установлено, что в генезе острого панкреатита важную роль играет венозная гипертензия и венозные тромбозы, связанные с ферментативной агрессией и острым воспалением в зоне поджелудочной железы [12].

В этой связи нами были определены следующие предпосылки для сохранения селезенки: имеет значение гемодинамический фактор, который возникает после спленэктомии вследствие нарушения поступления артериализованной крови из селезенки в воротную вену, замедлением кровотока в воротной

Рисунок 1  
Распространенность осложнений в раннем послеоперационном периоде после дистальной резекции поджелудочной железы с спленэктомией

Figure 1  
Prevalence of complications in the early postoperative period after distal resection of pancreas with splenectomy

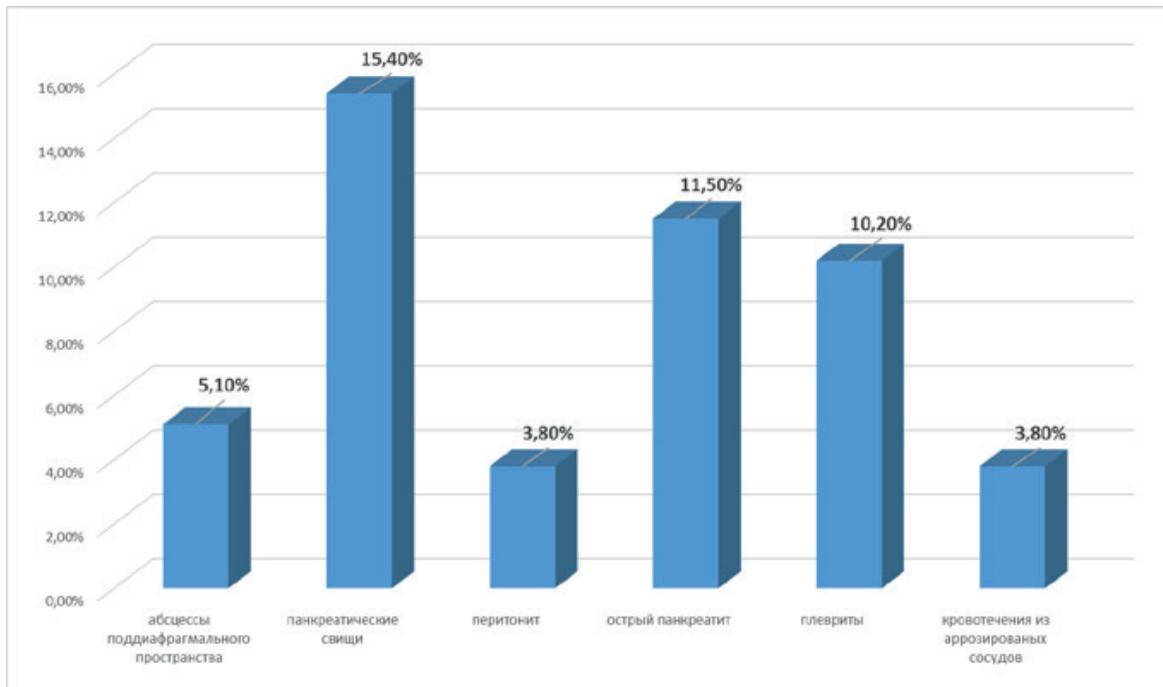
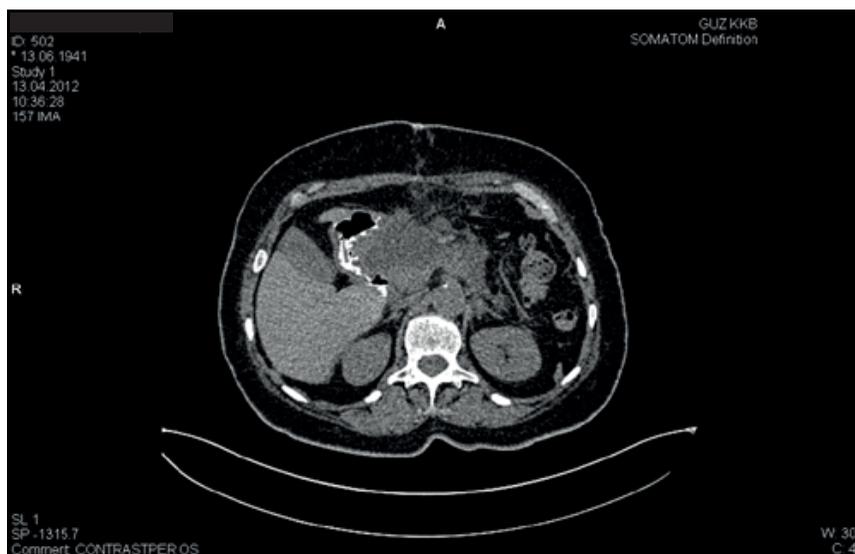


Рисунок 2  
Компьютерная томография органов брюшной полости в раннем послеоперационном периоде. В области головки поджелудочной железы определяется инфильтрация ткани поджелудочной железы, отек

Figure 2  
Computed tomography of the abdominal organs in the early postoperative period. Infiltration of pancreatic tissue and edema are observed in the head of the pancreas



вене и формированием венозного полнокровия и отека головки поджелудочной железы. В левом подреберье после спленэктомии образуется пространство, в котором может накапливаться выпот с последующим инфицированием и формированием аб-

сцесса; селезенка отвечает за выработку факторов иммунитета.

Наряду с вышесказанным, имеет значение состояние паренхимы поджелудочной железы. При обработке культуры «мягкой» поджелудочной железы при

Рисунок 3

Компьютерная томография органов брюшной полости с в/в контрастированием. Сохранен кровоток в магистральных сосудах селезенки. Отсутствуют признаки осложнений в раннем послеоперационном периоде

Figure 3

Computed tomography of the abdominal organs with intravenous contrast. Blood flow in the main vessels of the spleen is preserved. There are no signs of complications in the early postoperative period



доброкачественных опухолях, может возникнуть истечение панкреатического сока из вколов. Поэтому обработка культи является значимым фактором в возникновении осложнений. Техника обработки культи поджелудочной железы может быть выполнена различными методиками, включающими как простую перевязку культи, так и прошивание непрерывным швом или с использованием аппаратного шва. Применение технологий, позволяющих добиться высокого герметизма в культе поджелудочной железы, не может обеспечить профилактику развития острого панкреатита культи из-за развивающегося полнокровия в культе поджелудочной железы после спленэктомии [13].

В этой связи сохранение селезенки уменьшает объем полости в левом подреберье и раневую поверхность, сохраняется отток из оставленной части железы. Сохраняются иммунные факторы, препятствующие инфицированию. При обработке культи поджелудочной железы в случаях «мягкой» ткани железы, от наложения анастомоза лучше отказаться, поскольку дополнительный кишечный свищ будет способствовать инфицированию в зоне операции [14-17].

Сохранение селезеночных сосудов применяется при доброкачественных опухолях, т.к. ткань железы «мягкая» и возможна препаровка сосудов. При хроническом панкреатите выделить селезеночную вену зачастую невозможно, поэтому мы были вынуждены выполнить в 5 случаях перевязку селезеночной вены и артерии на уровне хвоста поджелудочной железы с сохранением кровоснабжения селезенки из коротких желудочных артерий и сосу-

дов, идущих к воротам селезенки в области селезеночного угла ободочной кишки.

Исследования кровотока в бассейне воротной вены показали следующие результаты. При сохранении селезенки с сохранением основных селезеночных сосудов показатели гемодинамики не изменяются и остаются на одном уровне с показателями в контрольной группе исследуемых (рис. 4.). При перевязке селезеночных артерии и вены, но с сохранением кровообращения через короткие ветви, отмечается снижение скорости кровотока и повышение сосудистого сопротивления. В случае с удалением селезенки наблюдалась картина повышения показателей сосудистого сопротивления, незначительное увеличение диаметра сосудов, что имеет достоверное различие с показателями в группе с сохраненной селезенкой и группе контроля. В ткани культи поджелудочной железы регистрировались признаки инфильтрации.

При перевязке селезеночных артерии и вены, но с сохранением кровообращения через короткие ветви, также отмечается снижение скорости кровотока и повышение сосудистого сопротивления. В случае с удалением селезенки наблюдалась картина повышения показателей сосудистого сопротивления, незначительное увеличение диаметра воротной вены (17,4 мм). В ткани культи поджелудочной железы регистрировались признаки инфильтрации.

## ВЫВОДЫ

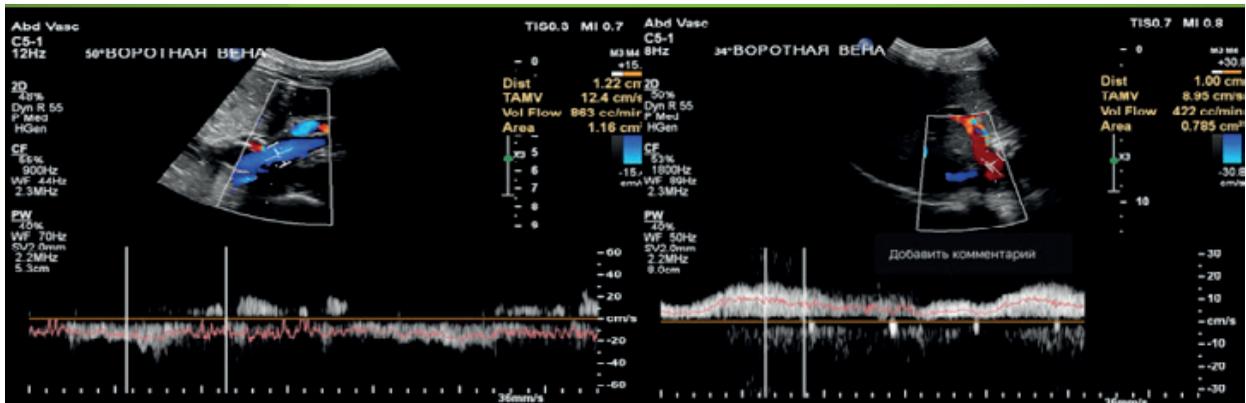
1. В группе с удаленной селезенкой регистрируется замедление кровотока в воротной вене, с воз-

Рисунок 4

Дуплексное сканирование воротной вены в до- и послеоперационном периоде у пациента с дистальной резекцией поджелудочной железы с сохранением селезенки

Figure 4

Duplex scanning of the portal vein in the pre- and postoperative period in a patient with distal resection of the pancreas with preservation of the spleen



никновением венозного полнокровия в головке поджелудочной железы.

2. Применение технологии сохранения селезенки позволяет улучшить результаты дистальной резекции поджелудочной железы у больных с доброкачественными опухолями поджелудочной железы и хроническим панкреатитом.

3. Выделение селезеночной артерии и вены возможно у больных с аденомами поджелудочной железы вследствие отсутствия воспалительного парапанкреального инфильтрата и сохранения мобильности ткани железы.

4. При хроническом панкреатите сохранение селезенки представляется более проблематичным, но

предложенная технология с перевязкой магистральной артерии и вены в воротах и сохранение кровоснабжения за счет коллатералей позволяет сохранить селезенку и у этих больных.

#### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование выполнено при финансовой поддержке, в рамках научного гранта ректора ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России для студентов, проект № 4.

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

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Kriger AG, Gorin DS, Pavlov AV, Pronin NA, Sidorov DV, Kaldarov AR, et al. Distal resection for pancreatic tumors. *Annals of HPB Surgery*. 2022; 27(3): 55-62. Russian (Кригер А.Г., Горин Д.С., Павлов А.В., Пронин Н.А., Сидоров Д.В., Калдаров А.Р., и др. Дистальная резекция при опухолях поджелудочной железы //Анналы хирургической гепатологии. 2022. Т. 27, № 3. С. 55-62.) doi: 10.16931/1995-5464.2022-3-55-62
2. Morozov SV, Rumyantsev VB, Lobakov AI, Shcherbyuk AN, Flegontov PB. Surgical treatment of chronic pancreatitis (literature review). *Bulletin of the Medical Institute «REAVIZ» (Rehabilitation, Doctor and Health)*. 2023; 13(6): 137-143. Russian (Морозов С.В., Румянцев В.Б., Лобаков А.И., Щербюк А.Н., Флегонтов П.Б. Хирургическое лечение хронического панкреатита (обзор литературы) //Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2023. Т. 13, № 6. С. 137-14.) doi: 10.20340/vmi-rvz.2023.6.CLIN.17
3. Moshurov RI, Lozhkin MV, Grishin NA, Stepanyuk IV, Troitsky AA, Sidorov DV, Kaprin AD. The short-term and long-term outcomes of distal pancreatectomy in patients with ductal adenocarcinoma. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2022; 11(5): 5-10. Russian (Мошуров Р.И., Ложкин М.В., Гришин Н.А., Степанюк И.В., Троицкий А.А., Сидоров Д.В., Каприн А.Д. Непосредственные и отдаленные результаты дистальной панкреатэктомии у пациентов с протоковой аденокарциномой //Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2022. Т. 11, № 5. С. 5-10.) doi: 10.17116/onkolog2022110515
4. Akhtanin EA, Kriger AG. Causes and prevention of pancreatic fistulas after pancreas resection. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2014; (5): 79-83. Russian (Ахтанин Е.А., Кригер А.Г. Причины возникновения и профилактики панкреатических свищей после резекционных операций на поджелудочной железе //Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2014. № 5. С. 79-83.)
5. Markov PV, Gorin DS, Shukurov KU. Minimally invasive distal pancreas resections. *Hospital medicine: science and practice*. 2024; 7(5): 9-13. Russian (Марков П.В., Горин Д.С., Шукуров К.У. Минимально инвазивные дистальные резекции поджелудочной железы //Госпитальная медицина: наука и практика. 2024. Т. 7, № 5. С. 9-13.) doi: 10.34852/GM3CVKG.2024.87.67.032
6. Distler M, Kersting S, Rückert F, Kross P, Saeger H-D, Weitz J, Grützmann R. Chronic pancreatitis of the pancreatic remnant is an independent risk factor for pancreatic fistula after distal pancreatectomy. *BMC Surg*. 2014; 14: 54. doi: 10.1186/1471-2482-14-54

7. Trifanov VS, Kolesnikov EN, Snezhko AV, Sanamyants SV, Kozhushko MA, Averkin MA, et al. Spleen-preserving distal resection of the pancreas with neuroendocrine tumors. *Modern problems of science and education*. 2021; 1: 34-34. Russian (Трифанов В.С., Колесников Е.Н., Снежко А.В., Самаянц С.В., Кожушко М.А., Аверкин М.А., и др. Сплен-сохраняющие дистальные резекции поджелудочной железы при нейроэндокринных опухолях //Современные проблемы науки и образования. 2021. № 1.) doi: 10.17513/spno.30388
8. Drozdov ES, Topolnitskiy EB, Klokov SS, Dibina TV. Pancreatic fistula risk assessment after distal pancreatectomy: a retrospective controlled study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2021; 28(2): 33-45. (Russian (Дроздов Е.С., Топольницкий Е.Б., Клоков С.С., Дибина Т.В. Прогнозирование риска развития послеоперационной панкреатической фистулы у пациентов, перенесших дистальную резекцию поджелудочной железы: ретроспективное контролируемое исследование //Кубанский научный медицинский вестник. 2021. Т. 28, № 2. С. 33-45.) doi: 10.25207/1608-6228-2021-28-2-33-45
9. Egorov VI, Petrov RV, Amosova EL, Kharazov AF, Petrov KS, Zhurina YuA, et al. Distal pancreatectomy with resection of the celiac trunk, right or left hepatic artery without arterial reconstruction (extended DP-CAR). *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2021; (10): 13-28. Russian (Егоров В.И., Петров Р.В., Амосова Е.Л., Харазов А.Ф., Петров К.С., Журина Ю.А., и др. Дистальная резекция поджелудочной железы с резекцией чревного ствола вместе с правой или левой печеночной артерией без артериальной реконструкции (расширенная DP-CAR) //Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2021. № 10. С. 13-28.)
10. Avazov AA. Medical and economic evaluation of minimally invasive interventions in severe acute pancreatitis. *Ekonomika i sotsium*. 2025; (6(133)-2): 1143-1148. Russian (Авазов А.А. Медико-экономическая оценка миниинвазивных вмешательств при тяжелом остром панкреатите //Экономика и социум. 2025. № 6(133)-2. С. 1143-1148.)
11. Asadov PA. Surgical interventions in chronic pancreatitis: modern approaches and prevention of complications. *Professional Research in Healthcare*. 2024; 1: 64-71. Russian (Асадов П.А. Хирургические вмешательства при хроническом панкреатите: современные подходы и профилактика осложнений //Профессиональные исследования в здравоохранении. 2024. № 1. С. 64-71.)
12. Lubianskiy VG, Zharikov AN, Aliev AR. Ostryi i khronicheskii pankreatit. Problemy khirurgicheskogo lecheniia. Barnaul: Tipografiia «Grafiks», 2016. 219 s. Russian (Лубянский В.Г., Жариков А.Н., Алиев А.Р. Острый и хронический панкреатит. Проблемы хирургического лечения. Барнаул: Типография «Графикс», 2016. 219 с.)
13. Jiang L, Ning D, Chen XP. Improvement in distal pancreatectomy for tumors in the body and tail of the pancreas. *World J Surg Oncol*. 2021; 19(1): 49. doi: 10.1186/s12957-021-02159-9
14. Khasanov BB. Strukturno-funktsionalnye osobennosti selezenki. *Dostizheniia nauki i obrazovaniia*. 2022; 5(85): 66-73. Russian (Хасанов Б.Б. Структурно-функциональные особенности селезенки //Достижения науки и образования. 2022. № 5(85). С. 66-73.)
15. Pronin NA. The splenic artery: origin, morphometry, topography of the vessel in relation to the pancreas, main pancreatic branches. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2022; 42(6): 15-28. Russian (Пронин Н.А. Селезеночная артерия: происхождение, морфометрия, топография сосуда по отношению к поджелудочной железе, основные панкреатические ветви //Сибирский научный медицинский журнал. 2022. Т. 42, № 6. С. 15-28.) doi: 10.18699/SSMJ20220602
16. Folkov B, Nil E. Krovoobrashchenie. M.: Meditsina, 1976. 464 s. Russian (Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. М.: Медицина, 1976. 464 с.)
17. Mirzaev TS, Podluzhny DV, Izrailov RE, Patyutko Yul, Glukhov EV, Kotelnikov AG. Immediate results of spleen-preserving distal subtotal pancreatic resection. *Annals of HPB Surgery*. 2021; 26(1): 100-106. Russian (Мирзаев Т.С., Подлужный Д.В., Израйлов Р.Е., Патютко Ю.И., Глухов Е.В., Котельников А.Г. Непосредственные результаты дистальной субтотальной резекции поджелудочной железы с сохранением селезенки //Анналы хирургической гепатологии. 2021. Т. 26, № 1. С. 100-106.) doi: 10.16931/1995-5464.20211100-106

**Сведения об авторах:**

ЛУБЯНСКИЙ Владимир Григорьевич, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, г. Барнаул, Россия. E-mail: lvg51@mail.ru  
 СЕРОШТАНОВ Василий Владимирович, канд. мед. наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, г. Барнаул, Россия. E-mail: basner89@mail.ru  
 ХУДЯКОВА Влада Игоревна, студент, ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, г. Барнаул, Россия. E-mail: vlada.khudyakova.04@mail.ru

**Information about authors:**

LUBYANSKIY Vladimir Grigorievich, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of hospital surgery, Altai State Medical University, Barnaul, Russia. E-mail: lvg51@mail.ru  
 SEROSHTANOV Vasily Vladimirovich, candidate of medical sciences, docent of the department of hospital surgery, Altai State Medical University, Barnaul, Russia. E-mail: basner89@mail.ru  
 KHUDYAKOVA Vlada Igorevna, student, Altai State Medical University, Barnaul, Russia. E-mail: vlada.khudyakova.04@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** СЕРОШТАНОВ Василий Владимирович, 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40, ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России  
 Тел: +7(3852) 757-800 E-mail: basner89@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Морозова А.В., Морозова О.А., Бичан Н.А. НАСЛЕДСТВЕННЫЙ ГЕМОХРОМАТОЗ: РЕДКАЯ БОЛЕЗНЬ ИЛИ ТРУДНЫЙ ДИАГНОЗ ДЛЯ ВРАЧА-ТЕРАПЕВТА? // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 99-103.

**Морозова А.В., Морозова О.А., Бичан Н.А.**

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,  
г. Новокузнецк, Россия



## НАСЛЕДСТВЕННЫЙ ГЕМОХРОМАТОЗ: РЕДКАЯ БОЛЕЗНЬ ИЛИ ТРУДНЫЙ ДИАГНОЗ ДЛЯ ВРАЧА-ТЕРАПЕВТА?

Гемохроматоз – наследственно обусловленное заболевание из группы болезней накопления, характеризующееся нарушением обмена железа с его патологическим накоплением в жизненно важных органах, в том числе печени. Гомозиготность по C282Y в гене HFE встречается у 90% пациентов с гемохроматозом. Заболевание необходимо дифференцировать с синдромом перегрузки железом, поскольку отложение железа в печени способствует прогрессированию уже имеющегося хронического диффузного заболевания печени. Возможность лечения на стадии сформированного наследственного гемохроматоза, когда ферритин превышает 1000 нг/мл, ограничена, поскольку hemosiderin представляет собой деградированный ферритин и удалить его из тканей крайне трудно. Необходима диагностика гемохроматоза на доклинической стадии, скрининг у родственников первой степени родства и у пациентов с клиническим фенотипом заболевания.

В статье обсуждаются современные представления об этиопатогенезе, клинических проявлениях, лабораторной и инструментальной диагностике, основных методах лечения гемохроматоза.

**Ключевые слова:** гемохроматоз; синдром перегрузки железом; ферритин; трансферрин; флеботомия; хелаторы

**Morozova A.V., Morozova O.A., Bichan N.A.**

Novokuznetsk State Institute of Advanced Medical Training, Novokuznetsk, Russia

**HEREDITARY HEMOCHROMATOSIS: A RARE DISEASE OR A DIFFICULT DIAGNOSIS FOR A GENERAL PRACTITIONER?**

Hemochromatosis is a hereditary disease belonging to the group of storage diseases characterized by impaired iron metabolism with its pathological accumulation in vital organs, including the liver. Homozygosity for C282Y in the HFE gene occurs in 90% of the patients with hemochromatosis. The disease must be differentiated from iron overload syndrome, since iron deposition in the liver contributes to the progression of an already existing chronic diffuse liver disease. Treatment options at the stage of established hereditary hemochromatosis, when ferritin exceeds 1000 ng/mL, are limited because hemosiderin is degraded ferritin and is extremely difficult to remove from tissues. Diagnosis of hemochromatosis at the pre-clinical stage, including screening of first-degree relatives and patients with the clinical phenotype of the disease, is necessary.

This article discusses current understanding of the etiopathogenesis, clinical manifestations, laboratory and instrumental diagnostics, and basic treatment methods for hemochromatosis.

**Key words:** hemochromatosis; iron overload syndrome; ferritin; transferrin; phlebotomy; chelators

**Н**аследственный гемохроматоз (НГХ) – генетически обусловленное заболевание, характеризующееся повышенной сатурацией трансферрина и перегрузкой печени железом при отсутствии анемии и/или ретикулоцитоза [1].

Впервые заболевание было описано в 1886 году как «бронзовый диабет». Открытие генетической связи НГХ с антигенами HLA позволило установить, что наследование происходит по аутосомно-рецессивному типу и ген находится на хромосоме 6. Выявленный ген HFE обозначен как ген гемохроматоза, гомозиготность по C282Y и H63D были идентифицированы как варианты, связанные с развитием этого заболевания. Дефект в гене представляет собой замену тирозина на цистеин в положении аминокислоты 282. Мутация гена C282Y встре-

чается в хромосомах больных НГХ в 85% случаев, то время как в контрольных хромосомах ее частота составила 3%. В 83% случаев больные НГХ оказались гомозиготными по этой мутации.

Вторая мутация, которая связана с развитием НГХ – замена аспартата гистидином в положении 63 (H63D). Гомозиготность по H63D среди пациентов с гомозиготным гемохроматозом, отличным от C282Y, встречается не чаще, чем в общей популяции [2]. Гетерозиготность по C282Y и по H63D недостаточна для возникновения НГХ, но заболевание может развиваться, если эти пациенты страдают другими патологиями, сопровождающимися нарушениями обмена железа, такими как гемолитическая анемия, талассемия, апластическая анемия, сидеробластная анемия.

Злоупотребление алкоголем может ускорить накопление железа у лиц, предрасположенных к НГХ. У больных с НГХ употребление алкоголя утяжеляет поражение печени [3]. Самая высокая частота НГХ (до 8 случаев на 1000) предполагает гетерозиготное носительство патологического гена у 10-13% населения и встречается в Ирландии, реже в Южной Европе, Африке, Азии [4]. В России диагноз НГХ на ранней стадии устанавливается крайне редко, либо не устанавливается вовсе, что объясняется разнообразием клинических проявлений заболевания и отсутствием патогномичных симптомов [5].

### ПАТОГЕНЕЗ

Всасывание железа происходит главным образом из двенадцатиперстной и тощей кишки. Гомеостаз железа находится под влиянием генов, контролирующих функцию белков-регуляторов. Гепсидин представляет собой циркулирующий в крови антимикробный пептид, который секретируется печенью, регулирует транспорт железа на клеточном уровне. В условиях общего дефицита железа уровень гепсидина снижается. В то время как транспортный белок ферропортин способствует более активному переносу железа от дуоденальных энтероцитов в кровь и из макрофагов в плазму. В условиях избыточного содержания железа уровень гепсидина повышается, а ферропортин подвергается деградации, поглощение железа из просвета кишечника уменьшается. Мутации гена HFE ведут к снижению активности гепсидина, поэтому функция энтероцитов по абсорбции железа сохраняется высокой аналогично таковой в состоянии дефицита железа, несмотря на высокое содержание циркулирующего железа. Избыток железа депонируется в различных органах и тканях: печени, поджелудочной железе, гипофизе, коже, суставах, что в конечном счете приводит к повреждению органов и нарушению их функций [6].

### ПАТОМОРФОЛОГИЯ

Где бы ни откладывалось железо, оно вызывает реакцию в виде фиброза. В печени на ранних стадиях отмечается только фиброз порталных зон с отложением железа в перипортальных гепатоцитах с последующим развитием крупноузлового цирроза. В поджелудочной железе выявляется фиброз и дегенерация паренхимы с отложением железа в ацинарных клетках, макрофагах, островках Лангерганса и в фиброзной ткани. Выраженные изменения развиваются в мышце сердца, в волокнах которой отмечается скопление железосодержащего пигмента. Часто наблюдается склерозирование коронарных артерий. Отложение железа обычно отсутствует в головном мозге, нервной ткани, селезенке, костном мозге, эпителии двенадцатиперстной кишки. Атрофия эпидермиса может вызвать истончение кожи. Характерно повышение содержания меланина в базальном слое. Отложение железа и фиброз выявлены в эндокринных железах, в том числе в коре надпочечников, передней доле гипофиза и щитовидной железе [7].

### КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

НГХ обычно развивается у мужчин среднего возраста. В последнее время наблюдается трансформация клинической картины НГХ. Реже встречаются больные с классической триадой (пигментация кожи, цирроз печени и сахарный диабет), описанной Dutournier в 1881 году. Чаще диагностируют заболевание на доклинической стадии. О возможности НГХ следует думать во всех случаях бессимптомной гепатомегалии у мужчин с практически нормальными биохимическими показателями функции печени [5]. Учитывая высокую частоту гетерозигот в популяции, предполагается, что заболевание развивается чаще, чем его диагностируют. От момента появления первых симптомов до установления диагноза проходит в среднем 5-8 лет. Клинические проявления НГХ у мужчин встречаются в 10 раз чаще, чем у женщин. При бессимптомном течении заболевание диагностируют при случайном выявлении высокого содержания ферритина в крови (более 300 мкг/л у мужчин и у женщин в постменопаузе и более 200 мкг/л у женщин более молодого возраста). Однако ферритин – острофазовый белок, его уровень может повышаться по различным причинам (хроническое употребление алкоголя, при воспалении, сепсисе) [8].

Для НГХ характерны выраженная слабость, повышенная утомляемость, апатия, гиперпигментация кожи, поздняя кожная порфирия, койлонихии. Артропатия может быть первым проявлением НГХ и обусловлена острым синовитом, вызванным отложением кристаллов пирофосфата кальция. Могут поражаться пястно-фаланговые, тазобедренные, лучезапястные суставы. При рентгенологическом исследовании выявляются гипертрофический остеоартрит, хондрокальциноз менисков и суставных щелей [6].

При тяжелом НГХ, преимущественно при ювенильных формах, чаще развивается кардиомиопатия, эндокринная недостаточность, преимущественно гипотизарного гипогонадизма. У 2/3 больных развиваются сахарный диабет 1 типа, дисфункция щитовидной железы с развитием гипотиреоза [7].

Накопление железа в миокарде вызывает развитие рестриктивной кардиомиопатии с ранней диастолической дисфункцией и прогрессированием до дилатационной кардиомиопатии с нарушением систолической функции. Поражение сердца характеризуется недостаточностью правых отделов сердца, нарушением ритма (брадикардия, тахикардия, суправентрикулярные и желудочковые аритмии, атриовентрикулярная блокада), иногда приводит к внезапной смерти. Сердце часто имеет шаровидную форму («железное сердце») [9].

Поражение печени включает в себя изменения биохимических печеночных тестов, гепатомегалию, цирроз печени и гепатоцеллюлярную карциному. Среди больных с НГХ с исходом в цирроз печени в 70% случаев развивается гепатоцеллюлярная карцинома.

### ДИАГНОСТИКА НГХ

Диагностика НГХ включает в себя показатели обмена железа: сывороточное железо крови (уровень железа повышен в большинстве случаев, но не всегда), ферритин, трансферрин, общая железосвязывающая способность сыворотки (ОЖСС) (< 28 мкмоль/л), степень насыщения трансферрина железом/сатурация трансферрина железом (СНТЖ). В среднем СНТЖ составляет 30%, если СНТЖ постоянно составляет более 50% у мужчин и более 45% у женщин, вероятен НГХ [10, 11].

Функциональные печеночные тесты: повышение активности печеночных ферментов отмечается у 1/3 пациентов НГХ. Всем пациентам проводится исследование протеинограммы, общего билирубина, гамма-глутамилтрансферазы, щелочной фосфатазы.

Первым и ранним биохимическим маркером снижения уровня циркулирующего гепсидина является повышение сатурации трансферрина более 50% у мужчин и 45% у женщин. Лицам с биохимическими признаками перегрузки железом (сатурация трансферрина > 45% и ферритин сыворотки > 200 мкг/л у женщин; насыщение трансферрина > 50% и ферритин > 300 мкг/л у мужчин [7]), следует провести генотипирование. Самостоятельного диагностического значения, при отсутствии биохимических признаков перегрузки железом, гомозиготность по С282Y гена HFE не имеет. Генетическое тестирование на гемохроматоз необходимо провести лицам:

- с клиническими и биохимическими признаками данного заболевания;
- с повышенной сатурацией трансферрина сыворотки крови;
- с высокой концентрацией ферритина в сыворотке крови;
- с повышенным содержанием железа в печени, выявляемым при биопсии печени или МРТ в случае повышения уровня сывороточного ферритина и сатурации трансферрина;
- с необъяснимой сердечной недостаточностью;
- с дисфункцией полового развития у мужчин или аменореей у женщин;
- с отягощенным семейным анамнезом по гемохроматозу;
- родственникам первой линии больного гемохроматозом.

Анализ HFE проводится всем больным с неясным хроническим поражением печени и повышенным СНТЖ, а также у лиц с поздней кожной порфирией, хондрокальцинозе, сахарным диабетом 1 типа и развитием ГЦК при отсутствии отчетливых факторов риска. Диагноз НГХ можно считать установленным, когда пациент является гомозиготным носителем С282Y или сложным гетерозиготным носителем С282Y/Н63D. В этих случаях проведение биопсии печени не требуется. Исследование сердца: ЭХО-КГ, МР-исследование сердца выявляет избыточное отложение железа в сердце и/или признаки кардиомиопатии [12].

Биопсия печени. Изолированные гетерозиготные мутации С282Y и Н63D в сочетании с признаками

перегрузки железом, гепатодепрессии, повышенной активности сывороточных аминотрансфераз требуют проведения пункционной биопсии печени с морфологическим исследованием биоптата и окраской реактивом Перлса (берлинская лазурь) на содержание железа в гепатоцитах.

Одна из проблем дифференциальной диагностики синдрома перегрузки железом — установление первичного характера накопления железа. Вторичный гемохроматоз диагностируется у 20% детей вследствие гемотрансфузий и длительного лечения препаратами железа, а также у 40% больных диффузными заболеваниями печени [13, 14]. Синдром перегрузки железом усугубляет течение заболеваний печени, к которым железо имеет тропизм: вирусного гепатита, цирроза печени и портальной гипертензии, алкогольного и неалкогольного гепатитов, болезни Вильсона [12, 14, 15].

### ЛЕЧЕНИЕ НГХ

Целями лечения НГХ является удаление из организма избытка железа и профилактика осложнений заболевания, таких как сахарный диабет, печеночная недостаточность, кардиомиопатия. Больным рекомендовано ограничить прием продуктов, богатых железом (мясо, гречневая крупа, яблоки) и витамином С, исключить из рациона алкоголь, в том числе красное вино [5, 16].

Флеботомия (кровопускание, венесекция) позволяет удалить избыток железа без значительных побочных эффектов. Лечебное кровопускание (500 мл крови), позволяющее вывести 250 мг железа с каждой процедурой, должно проводиться еженедельно. Целевой уровень сывороточного ферритина на фоне лечения должен находиться в диапазоне 50-100 мкг/л. Лечение носит пожизненный характер, венесекция проводится 4-6 раз в год [5, 13, 16, 17]. В результате флеботомии уменьшается астенический синдром, гепатомегалия, пигментация кожи, улучшаются лабораторные показатели функции печени.

Среди других методов лечения используют плазмаферез, цитаферез и гемосорбцию. Эритроцитозферез вызывает меньше гемодинамических изменений по сравнению с кровопусканием, возвращает необходимые компоненты крови и может рассматриваться в отдельных случаях терапии НГХ первой линии. Гемоглобин сыворотки следует контролировать во время обеих фаз терапии и во время каждого сеанса кровопускания. Если концентрация гемоглобина < 12 г/дл, следует уменьшить частоту кровопусканий и в определенных случаях следует рассмотреть возможность уменьшения объема кровопускания. При уровне гемоглобина < 11 г/дл кровопускание следует прекратить.

Если кровопускание невозможно, применяется терапия второй линии, с использованием железохелатирующих средств. Хелаторы — препараты, способные выводить из организма избыток железа. Лечение хелаторами (дефероксамина мезилат) оказывает меньший эффект при лечении НГХ, чем кро-

вопускание, и может сопровождаться побочными эффектами. Дефероксамин (Десферал) применяется в дозе 1 г/сут внутримышечно. Наиболее рациональным считается использование препарата деферазирокса (Эксиджада) в дозе 10-15 мг/кг/сут под контролем уровня ферритина в сыворотке крови. Дефероксамин – пероральный препарат, селективно связывающий железо [5, 13, 18].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НГХ является наиболее распространенным наследственным заболеванием у представителей европеоидной расы. Эти данные требуют обследования кровных родственников пациента с НГХ на наличие у них мутации HFE. Своевременная диагностика НГХ дает возможность начать патогенетическую терапию и не допустить развитие тяжелой стадии с поражением органов-мишеней.

Раннее назначение адекватной терапии обеспечивает благоприятный прогноз и позволяет достичь десятилетней выживаемости у 77% пациентов.

НГХ следует включать в круг дифференциальной диагностики у лиц с неясной гепатомегалией, нормальными или незначительно повышенными аминотрансферазами. Диагностика заболевания начинается с исследования уровня ферритина, сатурации трансферина железом, далее HFE-генотипирование.

Почти у 30% больных НГХ развивается рак печени. Риск его появления у больных НГХ в 200 раз выше, чем в популяции, не коррелирует ни со степенью поражения печени, ни с эффективностью проводимого лечения. В связи с этим, необходимо проводить скрининг гепатоцеллюлярной карциномы один раз в 6 месяцев (ультразвуковое исследование брюшной полости, компьютерная томография, содержание альфа-фетопротеина в сыворотке крови).

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Aronow WS. Management of cardiac hemochromatosis. *Arch Med Sci.* 2018; 14: 560-568. doi: 10.5114/aoms.2017.68729
2. Bacon BR, Adams PC, Kowdley KV, Powell LW, Tavill AS; Am Assoc for the Study of Liver Diseases. Diagnosis and Management of Hemochromatosis: 2011 Practice Guideline by the American Association for the Study of Liver Disease. *Hepatology.* 2011; 54(1): 328-343. doi: 10.1002/hep.24330
3. EASL Clinical Practice Guidelines on haemochromatosis. *J Hepatol.* 2022; 77(2): 479-502. doi: 10.1016/j.jhep.2022.03.033
4. Gulati V, Harikrishnan P, Palaniswamy C, Aronow WS, Jain D, Frishman WH. Cardiac involvement in hemochromatosis. *Cardiol Rev.* 2014; 22(2): 56-68. doi: 10.1097/CRD.0b013e3182a67805
5. Hidar RC, Silva AM, Podinovskaia M, Ma Y. Monitoring the efficiency of iron chelation therapy: the potential of nontransferrin-bound iron. *Ann N Y Acad Sci.* 2010; 1202: 94-99. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05573.x
6. Kemppinen L, Mattila M, Ekholm E, Pallasmaa N, Torma A, Varakas L, Mäkikallio K. Gestational iron deficiency anemia is associated with preterm birth, fetal growth restriction, and postpartum infections. *J Perinat Med.* 2020; 49(4): 431-438. doi: 10.1515/jpm-2020-0379
7. Moretti D, van Doorn GM, Swinkels DW, Melse-Boonstra A. Relevance of dietary iron intake and bioavailability in the management of HFE hemochromatosis: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2013; 98(2): 468-479. doi: 10.3945/ajcn.112.048264
8. Kelly AL, Rhodes DA, Roland JM, Schofield P, Cox TM. Hereditary juvenile haemochromatosis: a genetically heterogeneous life-threatening iron-storage disease. *QJM.* 1998; 91(9): 607-618. doi: 10.1093/qjmed/91.9.607
9. Sandhu K, Flintoff K, Cbatfield MD, Dixon JI, Ramm LE, Ramm GA, et al. Phenotypic analysis of haemochromatosis subtypes reveals variations in severity of iron overload and clinical disease. *Blood.* 2018; 132: 101-110.
10. Paltsev IV, Kalinin AL, Procopovich AS. Laboratory indicators of blood in patients with iron overload syndrome suffering from chronic diffuse liver diseases. *Health and Ecology Issues.* 2010; 3: 64-68. (Пальцев И.В., Калинин А.Л., Прокопович А.С. Лабораторные показатели крови у больных хроническими диффузными заболеваниями печени с синдромом перегрузки железом //Проблемы здоровья и экологии. 2010. № 3. С. 64-67.) doi: 10.51523/2708-6011.2010-7-3-12
11. Polunina TE, Maev IV. Sindrom peregruzki zheleza. *Medical Council.* 2008; 9-10: 41-52. (Полунина Т.Е., Маев И.В. Синдром перегрузки железа //Медицинский совет. 2008. № 9-10. С. 41-52.)
12. Natsionalnye klinicheskie rekomendatsii. Peregruzka zhelezom: diagnostika i lechenie. М., 2018. (Национальные клинические рекомендации. Перегрузка железом: диагностика и лечение. М., 2018.)
13. Lukina EA, Dezhenkova AV. Iron metabolism in normal and pathological conditions. *Clinical oncohematology.* 2015; 8(4): 355-361. (Лукина Е.А., Деженкова А.В. Метаболизм железа в норме и при патологии //Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. 2015. Т. 8, № 4. С. 355-361.) doi: 10.21320/2500-2139-2015-8-4-355-361
14. Skvortsov VV, Gorbach AN. Changes in the liver with hemochromatosis: symptoms and diagnostics. *Effective pharmacotherapy.* 2020; 16(1): 74-78. (Скворцов В.В., Горбач А.Н. Поражение печени при гемохроматозе: клинические проявления и диагностика //Эффективная фармакотерапия. 2020. Т. 16, № 1. С. 74-78.) doi: 10.33978/2307-3586-2020-16-1-74-78
15. Polyakova SI, Anushchenko AO, Bakanov MI, Smirnov IE. Analysis and interpretation of indices of iron metabolism in various forms of pathology in children. *Russian Pediatric Journal.* 2014; 17(3): 17-23. (Полякова С.И., Анущенко А.О., Баканов М.И., Смирнов И.Е. Анализ и интерпретация показателей обмена железа при разных формах патологии у детей // Российский педиатрический журнал. 2014. Т. 17, № 3. С. 17-23.)

16. Eremina EYu. Hemochromatosis. *Practical Medicine*. 2015; 7(92): 40-44. (Еремина Е.Ю. Гемохроматоз //Практическая медицина. 2015. № 7(92). С. 40-44.)
17. Kliaritskaia IL, Tsapyak TA, Iskova IA, Shelikhova EO, Kryvy VV, Maksimova EV. Hemochromatosis: the current state of the problem from the standpoint of clinical guidelines, 2022. *Crimean Therapeutic Journal*. 2022; 4: 21-29. (Кляритская И.Л., Цапак Т.А., Иськова И.А., Шелихова Е.О., Кривой В.В., Максимова Е.В. Гемохроматоз: современное состояние проблемы с позиций клинических рекомендаций, 2022 //Крымский терапевтический журнал. 2022. № 4. С. 21-29.)
18. Sherlock Sh, Duli Dzh. Zabolevaniia pecheni i zhelchnykh putei: Per. s angl. M.: GEOTAR meditsina, 1999. 859 s. (Шерлок Ш, Дули Дж. Заболевания печени и желчных путей: Пер. с англ. М.: ГЭОТАР медицина, 1999. 859 с.)

**Сведения об авторах:**

МОРОЗОВА Александра Валерьевна, канд. мед. наук, доцент кафедры терапии и профпатологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: sasha\_8512@mail.ru

МОРОЗОВА Ольга Александровна, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры терапии и профпатологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: o\_a\_morozova@mail.ru

БИЧАН Николай Андреевич, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой терапии и профпатологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: bichan2008@yandex.ru

**Information about authors:**

MOROZOVA Alexandra Valerievna, candidate of medical sciences, docent of the department of therapy and occupational pathology, Novokuznetsk State Institute of Advanced Medical Training, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: sasha\_8512@mail.ru

MOROZOVA Olga Alexandrovna, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of therapy and occupational pathology, Novokuznetsk State Institute of Advanced Medical Training, Novokuznetsk, Russia. E-mail: o\_a\_morozova@mail.ru

BICHAN Nikolay Andreevich, doctor of medical sciences, professor, head of the department of therapy and occupational pathology, Novokuznetsk State Institute of Advanced Medical Training, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: bichan2008@yandex.ru

**Корреспонденцию адресовать:** МОРОЗОВА Александра Валерьевна, 654005, г. Новокузнецк, пр. Строителей, д. 5, НГИУВ – филиал

ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Тел: 8 (3843) 45-48-73 E-mail: sasha\_8512@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Лобыкина Е.Н., Айкина Т.П., Маклакова Т.П., Лютина Е.И. ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕРЕАБИЛИТАЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРЕДИАБЕТОМ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ НА БАЗЕ ЦЕНТРОВ ЗДОРОВЬЯ// Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 104-109.

**Лобыкина Е.Н., Айкина Т.П., Маклакова Т.П., Лютина Е.И.**

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО  
Минздрава России,  
г. Новокузнецк, Россия



## ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕРЕАБИЛИТАЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПРЕДИАБЕТОМ И МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ НА БАЗЕ ЦЕНТРОВ ЗДОРОВЬЯ

Успехи современной медицины, увеличение продолжительности жизни, признание медицинской реабилитации, как неотъемлемой и важной части лечения, привело к интенсивному развитию этой отрасли. Во многих странах внедряются новые подходы к организации реабилитационной помощи, в том числе населению с хроническими неинфекционными заболеваниями. Среди них особое внимание занимает предиабет и другие метаболические нарушения, имеющие тенденцию роста среди населения.

**Цель работы** – проанализировать систему организации реабилитационной помощи (пререабилитация и реабилитация) пациентов с предиабетом и метаболическим синдромом в условиях амбулаторного (третьего) этапа на базе Центра здоровья.

**Результаты.** Система оказания медицинской помощи при предиабете требует комплексного, мультидисциплинарного подхода, который обеспечивает длительную комплаентность пациентов к лечению предиабета, что определит долгосрочные результаты профилактики сахарного диабета 2 типа и коморбидной патологии. Такой подход может реализовываться на базе Центров здоровья. Использование его ресурсов – оборудования для оценки функциональных и адаптивных резервов здоровья и наличие мультидисциплинарной команды специалистов (диетолог, врач по медицинской профилактике, психолог, инструктор ЛФК) в сочетании с мультидисциплинарной реабилитационной командой и материально-технической базой отделения амбулаторной медицинской реабилитации медицинской организации обеспечивает преемственность наблюдения, доступность и качество медицинской помощи пациентам с предиабетом в структуре трехуровневой системы медицинской реабилитации в одном медицинском учреждении.

**Заключение.** Развитие третьего этапа медицинской реабилитации на базе Центров здоровья позволит повысить качество реабилитации, а концентрация лечебно-восстановительных средств и опытных специалистов – проводить одновременную коррекцию сопутствующей патологии, разъяснительную работу с пациентами для повышения комплаентности.

**Ключевые слова:** третий этап реабилитации; медицинская реабилитация; предиабет; пререабилитация; мультидисциплинарная реабилитационная команда; Центр здоровья

**Lobykina E.N., Aikina T.P., Maklakova T.P., Lyutina E.I.**

Novokuznetsk State Institute for Advanced Medical Studies, Novokuznetsk, Russia

### POSSIBILITIES FOR IMPLEMENTING HEALTH-SAVING TECHNOLOGIES FOR PRE-REHABILITATION AND REHABILITATION OF PATIENTS WITH PREDIABETES AND METABOLIC SYNDROME BASED ON HEALTH CENTERS

The successes of modern medicine, the increase in life expectancy, and the recognition of medical rehabilitation as an integral and important part of treatment have led to the intensive development of this industry. Many countries are implementing new approaches to the organization of rehabilitation care, including for people with chronic non-communicable diseases. Among these diseases, special attention is being paid to prediabetes and other metabolic disorders, which are on the rise among the population.

**Purpose of work** is to analyze the system of organizing rehabilitation care (pre-rehabilitation and rehabilitation) for patients with prediabetes and metabolic syndrome in the outpatient (third) stage at the Health Center.

**Results.** The system of medical care for prediabetes requires a comprehensive, multidisciplinary approach that ensures long-term patient compliance with the treatment of prediabetes, which will determine the long-term results of the prevention of type 2 diabetes and comorbid pathology. This approach can be implemented on the basis of Health Centers. The use of the Health Center's resources, including equipment for assessing functional and adaptive health reserves, and the availability of a multidisciplinary team of specialists (dietitian, medical prevention specialist, psychologist, and physical therapy instructor), combined with a multidisciplinary rehabilitation team and the medical organization's outpatient medical rehabilitation department's infrastructure, ensures continuity of care, accessibility, and quality of medical assistance for patients with prediabetes within a three-tier medical rehabilitation system in a single medical facility.

**Conclusion.** Development of the third stage of medical rehabilitation on the meringue of health centers improve the quality of rehabilitation. The set of medical and rehabilitation tools and experienced specialists will allow for simultaneous correction of concomitant pathology, explanatory work with patients to increase compliance.

**Key words:** third stage of rehabilitation; medical rehabilitation; prediabetes; pre-rehabilitation; multidisciplinary rehabilitation team; Health Center

Успехи современной медицины, увеличение продолжительности жизни, а также признание медицинской реабилитации как неотъемлемой и важной части лечения пациента привело к интенсивному развитию этой отрасли в большинстве стран мира. Реабилитация является одной из пяти основных стратегий здравоохранения, которая подходит для оказания услуг на уровне первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) [1]. В связи с ростом продолжительности жизни, распространения хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), с каждым годом реабилитация становится все более востребованным медицинским вмешательством.

Согласно оценкам зарубежных экспертов [2], каждому третьему жителю планеты реабилитация могла бы принести пользу. Поэтому ВОЗ призывает рассматривать медицинскую реабилитацию не только как помощь людям с инвалидностью или долгосрочными нарушениями здоровья, а в качестве базовых услуг здравоохранения, предназначенных для всех лиц, имеющих острые или хронические заболевания, расстройства или травмы, которые ограничивают функциональные возможности человека.

В 2017 г. ВОЗ приступила к осуществлению инициативы «Реабилитация-2030», призывая всех объединить усилия в целях повышения эффективности управления, формирования многопрофильных кадровых ресурсов, расширения сбора данных и научных исследований в области реабилитации. Одними из приоритетных направлений являются: включение реабилитации в систему всеобщего охвата услугами здравоохранения; создание комплексных моделей предоставления реабилитационных услуг, включая вспомогательные средства, для всего населения, в том числе в сельских и отдаленных районах.

Во многих странах внедряются новые подходы к организации реабилитационной помощи, в том числе населению с неинфекционными заболеваниями [3]. В ряде стран выделяют преабилитацию (prehabilitation) — помощь перед медицинским вмешательством, например перед хирургической операцией, для снижения рисков и побочных эффектов [4].

Для повышения ее доступности в некоторых странах введена реабилитация на дому, гибридные модели (для реабилитации дома, в офисе) [5]. Эффективность каждой из моделей интеграции медицинской реабилитации в систему ПМСП активно изучаются, внедряются передовые цифровые технологии, позволяющие повысить доступность медицинских услуг.

С целью повышения доступности и эффективности медицинской реабилитации в США, Австралии, Китае, Италии активно развиваются телереабилита-

ция, система телеупражнений в реабилитации, система удаленного мониторинга [5-7], контроль физиологических показателей с использованием мобильных датчиков и устройств, внедрение технологии искусственного интеллекта в программы реабилитации [6, 8]. Так, в Германии стартовал проект по разработке способов проведения дистанционной, персонализированной реабилитации, подразумевающий создание программы на базе искусственного интеллекта с целью удаленного контроля показателей здоровья пациентов [9].

Динамика процесса развития реабилитации, особенно в российском здравоохранении, ставит вопрос об оптимальных подходах реабилитационного процесса. Основные принципы профилактики ХНИЗ в России, в т.ч. маршрутизация пациентов, представлены в национальном руководстве по профилактике [10, 11]. Между тем, на фоне дефицита финансов и кадров, роста заболеваемости ХНИЗ, потребность в реабилитационных услугах не удовлетворяется в полной мере [11], поэтому широкие возможности использования ресурсов работающих по всей стране Центров здоровья (ЦЗ), развитие инновационных технологий определяют необходимость организационных изменений в оказании реабилитационной помощи в том числе и пациентам с ХНИЗ. Необходимы разработка и реализация комплексных моделей медицинской реабилитации, в основе которых лежат пациентоориентированный и мультидисциплинарный подходы.

Активная профилактика и своевременное лечение лиц с нарушениями углеводного обмена — предиабетом и сахарным диабетом (СД) — для современного здравоохранения в настоящее время проблема крайне актуальная. Предиабет и СД относятся к социально-значимым ХНИЗ. В Государственном регистре РФ по СД зарегистрировано около 5,5 млн. пациентов, тогда как по данным эпидемиологического исследования «NATION», практически в половине случаев СД остается не диагностированным, а у 19,3% населения выявляется предиабет [12]. Настораживает рост нарушений углеводного обмена в молодом возрасте: около 40% случаев СД 2 типа выявляется в возрасте до 55 лет, что обусловлено высокой распространенностью ожирения среди населения и других факторов риска. Ежегодно выявляются до 300000-400000 новых случаев заболевания, преимущественно СД 2 типа.

Лица с предиабетом имеют крайне высокий риск развития СД 2 типа, а также повышенный риск микро- и макроангиопатий, высокий риск развития сердечно-сосудистых заболеваний и смертности от всех причин в сравнении с лицами с нормогликемией. Для предотвращения манифестации СД 2 типа, снижения коморбидной патологии, общей и сердеч-

но-сосудистой смертности необходимы реализация качественного диспансерного наблюдения пациентов с предиабетом, включающего четкую периодичность и объем обследования; контроль факторов риска; регулярное обучение пациентов, психологическую поддержку, воспитание приверженности к выполнению назначений как немедикаментозного, так и медикаментозного лечения.

Основные механизмы снижения заболеваемости СД лежат как в медицинской, так и социальной плоскости, главными из которых являются оказание медицинской помощи пациентам с предиабетом, избыточной массой тела и ожирением, в том числе их своевременная пререабилитация и реабилитация. Это будет способствовать снижению сроков временной нетрудоспособности, первичного выхода на инвалидность и, в целом, улучшению качества и продолжительности жизни пациентов.

В настоящее время недостаточно знаний об использовании реабилитационных программ для пациентов с ХНИЗ: ожирением, предиабетом и СД. В РФ отсутствует опыт организации помощи на этапе реабилитации таких пациентов, нет данных о комплексных программах и использовании современных технологий телемедицины. Между тем, система оказания медицинской помощи при данной патологии, в том числе предиабете, требует комплексного, мультидисциплинарного подхода. Только в этом случае можно надеяться на длительную комплаентность пациентов к рекомендуемому лечению и получению долгосрочных результатов профилактики сопутствующей сахарному диабету патологии.

Учитывая ежегодный рост заболеваемости ХНИЗ и предиабета в том числе, важно создать программу персонализированной, предиктивной, профилактической помощи, включающей высокотехнологические звенья здравоохранения, технологии здоровьесбережения, систему всесторонней помощи и восстановления на каждом этапе наблюдения, в том числе на этапе пререабилитации и реабилитации. Учитывая разнообразие организационных структур и профессиональных направлений в здравоохранении, необходимо создание и внедрение в практику единого оптимального подхода к ведению пациентов с определенной нозологией.

На протяжении 15 лет (с 2009 г., времени открытия в РФ Центров здоровья (ЦЗ), в т.ч. и Кузбассе) на их базе постоянно проводится широкая работа по профилактике ХНИЗ: выявление факторов риска заболеваний, оценка функциональных параметров и состояния здоровья, разработка программ Школ здоровья с привлечением мультидисциплинарной команды специалистов (диетологов, психологов, психотерапевтов, инструкторов ЛФК), оценка и коррекция рационов питания, реализация программ по коррекции нарушений пищевого поведения (с помощью психологического тестирования с учетом состояния психоэмоциональной системы, типов темперамента и др.). Все ЦЗ (согласно стандарту оснащения ЦЗ в прил. Порядка организации и осуществления профилактики неинфекционных за-

болеваний и проведения мероприятий по формированию здорового образа жизни в медицинских организациях, утвержденному приказом МЗ РФ от 29 октября 2020 г. N 1177н и Приказу МЗ РФ 788н от 31 июля 2020 г. «Порядок организации медицинской реабилитации взрослых») оснащены аппаратно-программным комплексом для скрининг-оценки уровня психофизиологического и соматического здоровья, функциональных и адаптивных резервов организма с комплектом оборудования для измерения параметров физического развития; портативным индикатором внутриглазного давления; спирометром; пульсоксиметром; биоимпедансметром для анализа внутренних сред организма; системой скрининга сердца «Кардиовизор»; системой ангиологического скрининга и расчета плечелодыжечного индекса; анализатором окиси углерода выдыхаемого воздуха с определением карбоксигемоглобина; компьютерной программой «Анализ состояния питания человека (Версия 1.2. ГУ НИИ питания РАМН).

Возможность проведения трехуровневой системы медицинской реабилитации в одном медицинском учреждении, в структуру которого входит ЦЗ, позволит расширить для пациентов преемственность наблюдения, доступность и качество медицинской помощи по медицинской реабилитации с использованием кадровых ресурсов и материально-технической базы медицинского учреждения. Так, использование ЦЗ при реализации комплексных программ уже показало свою целесообразность и эффективность. Например, в г. Новокузнецк, с использованием ресурсов ЦЗ была реализована комплексная целевая программа охраны здоровья студентов в период обучения в ВУЗе, которая показала свою эффективность по успеваемости (повышение с  $3,50 \pm 0,39$  до  $3,98 \pm 0,53$ ;  $W = 7,87$ ), психическим, физическим, биохимическим показателям. В результате у студентов оптимизировался уровень ситуативной, личностной тревожности; снизилась частота совершаемых ошибок; повысились уровни сопротивляемости стрессу и адаптации, функциональные резервы дыхания, сердечно-сосудистой и нервной систем; нормализовались показатели экскреции йода и селена с мочой, кортизола в слюне ( $p = 0,001$ ) [13].

Помимо этого, ресурсы ЦЗ используются как клиническая база в последипломном обучении медицинских работников. Так, в Новокузнецком государственном институте усовершенствования врачей была утверждена программа и включен в учебный процесс цикл повышения квалификации «Организация и методология ведения «Школ здоровья» для медицинских работников, которые проводят обучение населения в Школах здоровья [14]. Для повышения уровня профессиональных компетенций медицинских работников было предложено, помимо традиционных занятий, включить обязательное прохождение курсантами обследования в ЦЗ и использование полученных данных обследования для продолжения обучения уже в новом статусе — роли «пациента», что повысило вовлеченность обучающихся в учебный процесс, их компетентность и готовность

к успешному выполнению своих трудовых функций [15].

В связи с приведенным опытом реализации в ЦЗ (помимо их основных функций) комплексных программ оздоровления населения и обучения медицинских работников, становится возможной и реализация этапов реабилитационных мероприятий.

Для создания нового универсального этапа пререабилитации и реабилитации пациентов с ХНИЗ на базе ЦЗ и их последующего внедрения в практическое здравоохранение при оказании первичной медико-санитарной помощи населению необходимо решить следующие задачи:

- сформировать базу данных пациентов трудоспособного возраста с предиабетом и, возможно, метаболическим синдромом среди населения;

- сформировать группы пререабилитации: группа пациентов с предиабетом, группа пациентов с предиабетом и ожирением, подлежащих бариатрической хирургии, группа пациентов с предиабетом, нуждающихся в любом оперативном лечении (эндопротезирование, онкологические операции и др.);

- оценить с помощью созданной или входящей в структуру отделения амбулаторной медицинской реабилитации медицинской организации мультидисциплинарной реабилитационной команды (МДРК) психологические, поведенческие и социальные факторы развития предиабета, определить контролируемые показатели состояния здоровья (антропометрические, лабораторные, инструментальные методы), сопутствующую патологию, регулярность контроля (в т.ч. дистанционного), периодичность приемов, необходимость инициации медикаментозной терапии;

- разработать унифицированную программу пререабилитации и реабилитации пациентов с предиабетом с использованием системы дистанционного мониторинга, телемедицинских технологий, которая может быть использована при пререабилитации и реабилитации пациентов с другими ХНИЗ.

Для решения поставленных задач пререабилитации необходимо использовать и ресурсы отделений амбулаторной медицинской реабилитации медицинской организации: имеющееся оборудование (кардиотренажер эллиптический; аппарат продолжительной пассивной/активной мобилизации; велотренажер; велоэргометр медицинский; дорожку беговую электрическую; аппаратно-программный мультимедийный комплекс «Девирта») и МДРК, в состав которой должны входить врач физической реабилитационной медицины, психолог, инструктор ЛФК, физиотерапевт, эндокринолог, диетолог и, при необходимости, с привлечением других узких специалистов (кардиолог, невролог, травматолог и т.д.).

Для разработки программ ведения пациентов и оказания помощи необходим анализ распространенности коморбидности, реальных потребностей пациентов с предиабетом в плане реабилитационных мероприятий. Унифицированная программа пререабилитации и реабилитации пациентов с предиабетом, позволяющая снизить риски развития СД и другой коморбидной патологии, сокращения сроков временной нетрудо-

способности и выхода на инвалидность данной категории пациентов, должна включать:

- создание единой базы пациентов с предиабетом и сопутствующими заболеваниями с последующим анализом эпидемиологических и демографических показателей, на основании которого будут сформированы группы пациентов;

- формирование групп наблюдения пациентов, нуждающихся в пререабилитации и реабилитации;

- проведение мультидисциплинарного обследования с использованием международной классификации функционирования жизнедеятельности и здоровья в каждой из сформированных групп для выявления функциональных нарушений у пациентов, нуждающихся в пререабилитации и реабилитации: определение био-психо-социального статуса пациентов с использованием смарт-опросников; диагностика метаболических нарушений в выделенных группах пациентов;

- разработку индивидуальной программы питания, двигательной активности;

- мотивирование пациентов на усиление самоконтроля за выявленными нарушениями, предотвращение прогрессирования развития осложнений, снижение сроков временной нетрудоспособности и первичного выхода на инвалидность;

- проведение медицинской реабилитации сотрудниками МДРК.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, включение ЦЗ в реабилитационный процесс, использование его ресурсов является проспективным подходом в пререабилитации и реабилитации пациентов с предиабетом. Разработка и практическая реализация программ пререабилитации и реабилитации пациентов с совместным использованием и ресурсов отделения амбулаторной медицинской реабилитации медицинской организации (оборудования и МДРК) и возможностей ЦЗ (обследование, наблюдение в Школах здоровья, мультидисциплинарная команда) позволят снизить нагрузку на первичное звено здравоохранения, расширить возможности оказания медицинской помощи, улучшить качество жизни пациентов данной категории, предотвратить развитие осложнений и первичный выход на инвалидность. Развитие третьего этапа медицинской реабилитации на базе ЦЗ будет способствовать повышению качества реабилитации, а концентрация лечебно-восстановительных средств и опытных специалистов — проводить одновременную коррекцию сопутствующей патологии, разъяснительную работу с пациентами для повышения комплаентности.

### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Primary health care: transforming vision into action – Operational framework. Geneva: World Health Organization and the United Nations Children’s Fund (UNICEF), 2018.
2. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020; 396(10258): 1204-1222. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9
3. Modern approaches to the formation of rehabilitation systems: a review of foreign experience: an expert review [Electronic resource] // [E.I. Aksenova et al.]. Electron. text data. M.: GBU «NIIOZMM DZM», 2024. 47 p. Russian (Современные подходы к формированию систем реабилитации: обзор зарубежного опыта: экспертный обзор [Электронный ресурс] // [Е.И. Аксенова и др.]. Электрон. текстовые дан. М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2024.) URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/obzory>
4. Durrand J, Singh SJ, Danjoux G. Prehabilitation. *Clin Med (Lond)*. 2019; 19(6): 458-464. doi: 10.7861/clinmed.2019-0257
5. Seijas V, Maritz R, Fernandes P, Bernard RM, Lugo LH, Bickenbach J, Sabariego C. Rehabilitation delivery models to foster healthy ageing—a scoping review. *Front Rehabil Sci*. 2024; 5: 1307536. doi: 10.3389/fresc.2024.1307536
6. Willingham TB, Stowell J, Collier G, Backus D. Leveraging Emerging Technologies to Expand Accessibility and Improve Precision in Rehabilitation and Exercise for People with Disabilities. *Int J Environ Res Public Health*. 2024; 21(1): 79. doi: 10.3390/ijerph21010079
7. Arntz A, Weber F, Handgraaf M, Lällä K, Korniloff K, Murtonen KP, et al. Technologies in Home-Based Digital Rehabilitation: Scoping Review. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2023; 10: e43615. doi: 10.2196/43615
8. Hwang R, Gane EM, Morris NR. No transport? No worries! Cardiac telerehabilitation is a feasible and effective alternative to centre-based programs. *Heart Fail Rev*. 2023; 28(6): 1277-1284. doi: 10.1007/s10741-023-10301-w
9. Cieza A, Causey K, Kamenov K, Hanson SW, Chatterji S, Vos T. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021; 396(10267): 2006-2017. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32340-0
10. Grechushkina NA. Podkhody k reabilitatsii patsiyentov s neinfektsionnymi zabolevaniyami: obzor zarubezhnykh praktik i programm: ekspertnyy obzor. Gosudarstvennoye byudzhethnoye uchrezhdeniye goroda Moskvy „Nauchno-issledovatel’skiy institut organizatsii zdavookhraneniya i meditsinskogo menedzhmenta Departamenta zdavookhraneniya goroda Moskvy. 2023. Russian (Гречушкина Н.А. Подходы к реабилитации пациентов с неинфекционными заболеваниями: обзор зарубежных практик и программ: экспертный обзор // ГБУ НИИОЗММ ДЗМ. 2023.)
11. Drapkina OM, Kontsevaya AV, Kalinina AM, Avdeev SM, Agaltsov MV, Alexandrova LM, et al. Prevention of chronic non-communicable diseases in the Russian Federation. National guidelines 2022. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022; 21(4): 3235. Russian (Драпкина О.М., Концевая А.В., Калинина А.М., Авдеев С.Н., Агальцов М.В., Александрова Л.М., и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022; 21(4): 3235.) doi: 10.15829/1728-8800-2022-3235
12. Dedov II, Shestakova MV, Galstyan GR. The prevalence of type 2 diabetes mellitus in the adult population of Russia (NATION study). *Diabetes mellitus*. 2016; 19(2): 104-112. Russian (Дедов И.И., Шестакова М.В., Галстян Г.Р. Распространенность сахарного диабета 2 типа у взрослого населения России (исследование NATION) // Сахарный диабет. 2016. Т. 19, № 2. С. 104-112.) doi: 10.14341/DM2004116-17
13. Proskuryakova LA, Lobykina EN. Assessment of risk for disordered eating behavior and the specific features of nutrition in students with different levels of trait anxiety. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2019; 22(6): 80-85. Russian (Проскурякова Л.А., Лобыкина Е. Н. Оценка риска нарушений пищевого поведения и особенности питания студентов с различным уровнем личностной тревожности // Профилактическая медицина. 2019. Т. 22, № 6. С. 80-85.) doi: 10.17116//profmed20192206180
14. Lobykina EN, Proskuriakova LA. K voprosu o profilakticheskom konsultirovanii naseleniia v Shkolakh zdorovia. *Rol pervichnoi meditsinskoj profilaktiki v ukreplenii obshchestvennogo zdorovia: Mater. Vseros. nauch.-prakt. konf*. 2018. S. 79-80. Russian (Лобыкина Е.Н., Проскурякова Л.А. К вопросу о профилактическом консультировании населения в Школах здоровья // Роль первичной медицинской профилактики в укреплении общественного здоровья: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. 2018. С. 79-80.)
15. Lobykina EN, Shapovalova NA. Povyshenie effektivnosti obucheniia meditsinskikh rabotnikov po razlichnym aspektam zdorovogo obraza zhizni (na primere tsikla povysheniia kvalifikatsii «Organizatsiia Shkol zdorovia dlia patsiyentov s alimentarno-zavisimymi zabolevaniyami»). *Pedagogy of professional medical education*. 2023; 23(4): 15-20. Russian (Лобыкина Е.Н., Шаповалова Н.А. Повышение эффективности обучения медицинских работников по различным аспектам здорового образа жизни (на примере цикла повышения квалификации «Организация Школ здоровья для пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями») // Педагогика профессионального медицинского образования. 2023. Т. 23, № 4. С. 15-20.)

**Сведения об авторах:**

ЛОБЫКИНА Елена Николаевна, доктор мед. наук, профессор кафедры гигиены, эпидемиологии и здорового образа жизни, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: len67@mail.ru

**Information about authors:**

LOBYKINA Elena Nikolaevna, doctor of medical sciences, professor of the department of hygiene, epidemiology and healthy lifestyle, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia. E-mail: len67@mail.ru

АЙКИНА Татьяна Петровна, ассистент кафедры медицинской реабилитации, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: aikina\_tatyana@icloud.com  
МАКЛАКОВА Татьяна Петровна, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой эндокринологии и диабетологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: maklakovat@yandex.ru

ЛЮТИНА Елена Ивановна, доктор мед. наук, профессор кафедры педиатрии и неонатологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия.  
E-mail: elenalutina@mail.ru

AIKINA Tatyana Petrovna, assistant at the department of medical rehabilitation, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia. E-mail: aikina\_tatyana@icloud.com  
MAKLAKOVA Tatyana Petrovna, doctor of medical sciences, professor of the department of endocrinology and diabetology, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia.  
E-mail: maklakovat@yandex.ru

LUTINA Elena Ivanovna, doctor of medical sciences, professor of the department of pediatrics and neonatology, Novokuznetsk State Institute for Further Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia.  
E-mail: elenalutina@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ЛОБЫКИНА Елена Николаевна, 654005, г. Новокузнецк, пр. Строителей, д. 5, НГИУВ-филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России  
Тел: 8 (3842) 45-13-44 E-mail: len67@mail.ru

**Информация для цитирования:**

Макеев В.В., Рыбина Т.М. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДРЕЙСОВОГО ОСМОТРА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 110-114.

**Макеев В.В., Рыбина Т.М.**

Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
Белорусский государственный медицинский университет,  
г. Минск, Республика Беларусь



## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДРЕЙСОВОГО ОСМОТРА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

**Цель работы** – изучение экономической эффективности при внедрении автоматизированных систем предсменного осмотра (далее – АСПО) на рабочих местах Белорусской железной дороги.

**Материалы и методы.** Использованы данные о временной утрате трудоспособности работников Белорусской железной дороги (далее – БелЖД) за трехлетний период с 2017 по 2019 год (период до пандемии COVID-19). Выполнены расчеты экономической эффективности внедрения автоматизированных систем предсменного осмотра в условиях БелЖД.

**Результаты.** В работе проанализированы факторы, определяющие экономическую эффективность автоматизированных систем предсменного осмотра: снижение количества дней с временной утратой трудоспособности, снижение затрат на обучение нового сотрудника (восполнение кадров), снижение риска возникновения аварийных ситуаций, повышение производительности труда медицинского работника в связи с возможностью обследования одновременно нескольких работников, а также рассчитаны затраты на внедрение АСПО. Предложена методика расчета экономической эффективности внедрения АСПО для железнодорожных предприятий. Проведен расчет на примере данных БелЖД.

**Заключение.** Проведенные расчеты по определению экономической эффективности показали, что применение АСПО экономически целесообразно для внедрения в БелЖД, а срок окупаемости не превышает 1 года. Предложенная методика может быть рекомендована для транспортных предприятий при анализе возможности внедрения АСПО при проведении предсменных (предрейсовых) осмотров.

**Ключевые слова:** предсменный осмотр; экономическая эффективность; риск

**Makeev V.V., Rybina T.M.**

Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus,  
Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

### ECONOMIC EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION OF AUTOMATED PRE-TRIP INSPECTION SYSTEMS AT THE WORKPLACES OF THE BELARUSIAN RAILWAY

**Purpose** of the work is to study the economic efficiency in the implementation of automated pre-shift inspection systems (hereinafter referred to as AFS) at the workplaces of the Belarusian Railway.

**Materials and methods.** The data on temporary disability of employees of the Belarusian Railway (hereinafter – BR) for the three-year period from 2017 to 2019 (the period before the COVID-19 pandemic) were used. Calculations of the economic efficiency of the introduction of automated pre-shift inspection systems in the conditions of the Belarusian Railways have been performed.

**Results.** Analyzes the factors determining the economic efficiency of automated pre-shift examination systems: reducing the number of days with temporary disability, reducing the cost of training a new employee (replenishing staff), reducing the risk of emergencies, increasing the productivity of a medical worker due to the possibility of examining several employees simultaneously, and calculating the cost of implementing AFS. A methodology for calculating the economic efficiency of implementing AFS for railway enterprises is proposed. The calculation is based on the example of BR data.

**Conclusion.** The calculations performed to determine economic efficiency have shown that the use of AFS is economically feasible for implementation in Belarusian Railways, and the payback period does not exceed 1 year. The proposed methodology can be recommended for transport companies when analyzing the possibility of implementing AFS during pre-shift (pre-trip) inspections.

**Key words:** pre-shift inspection; economic efficiency; risk

По данным Международной организации труда, уровень производственного травматизма в Беларуси в 2024 году составил 51 на 100000 работ-

ников. При численности работников 5,262 тыс., действовавших во всех сферах экономики, в результате воздействия производственных факторов трав-

мировано 1659, впервые установлено профзаболевание у 32 работников (2023). Заболевание, травмирование или смерть работника на производстве сопряжены со значительными экономическими и социальными рисками для работодателя.

Одним из механизмов, влияющих на сохранение трудового долголетия работников транспортной отрасли, является применение автоматизированных систем предсменного (предрейсового) медицинского осмотра (АСПО), как часть корпоративной программы профилактики несчастных случаев и профессиональных заболеваний [1-3].

**Цель работы** – изучение экономической эффективности при внедрении автоматизированных систем предсменного осмотра (далее – АСПО) на рабочих местах Белорусской железной дороги.

ГО «Белорусская железная дорога» является одним из крупнейших предприятий Республики Беларусь на котором создано 48000 рабочих мест и работают 76000 человек (на 2020 год).

Одними из самых вредных и массовых профессий железнодорожного транспорта по результатам проведенных на предприятиях ГО «Белорусская железная дорога» аттестаций рабочих мест являются: электромонтер контактной сети (478 работающих), дежурный по железнодорожной станции (1492 работающих), машинист электровоза и тепловоза (3575 работающих), помощник машиниста электровоза и тепловоза (2566 работающих), монтер пути (5936 работающих), что составляет 18,4% от всех работающих и 53% от численности всех работающих во вредных и (или) опасных условиях труда. Большинство работников приведенных профессий относятся к 1 и 2 степени вредности 3-го класса условий труда.

В соответствии с Приказом начальника Белорусской железной дороги 04.04.2018 № 116Н, большинство из приведенных категорий работников проходят предрейсовый (предсменный) медицинский осмотр (ПРМО):

1) работники, в круг обязанностей которых входит управление железнодорожными транспортными средствами и другими транспортными средствами;

2) водители механических транспортных средств, колесных тракторов и самоходных машин;

3) работники, в круг обязанностей которых входят маневровые операции (включая деятельность на подъездных путях) и техническое обслуживание железнодорожных транспортных средств.

Проведение предсменных или предрейсовых медицинских осмотров регулируется на основе совместного постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь 02.12.2013 № 116/119 (в редакции постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30.04.2020 № 45/47).

Предсменный медицинский осмотр на предприятиях Белорусской железной дороги производится

в кабинетах ПРМО, расположенных чаще всего в локомотивных депо или региональных государственных организациях здравоохранения в «шаговой доступности». Для работников, указанных в группе 3, наниматель может проводить освидетельствование работников на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения самостоятельно при выполнении некоторых условий. Например, когда отсутствует возможность заключить договоры об организации работы кабинетов ПРМО в шаговой доступности от рабочих мест работников, в случае удаленности рабочих мест работников от мест расположения организаций здравоохранения, кабинетов ПРМО, а также в связи с несовпадением времени начала рейса (смены) работников со временем работы организаций здравоохранения, кабинетов ПРМО.

Затраты, понесенные на оплату работы кабинетов ПРМО и медицинских услуг по проведению ПРМО, фактически предоставленные организациями здравоохранения работникам, относятся на себестоимость транспортных услуг (работ), продукции, работ и услуг иных видов деятельности.

Внедрение АСПО позволяет:

- автоматизировать работу кабинетов ПРМО, реализуя персонализированный подход к контролю состояния здоровья работника с возможностью систематизации и обобщения данных о состоянии его здоровья и выделения групп риска;

- на основании значительного количества замеров определить индивидуальную норму работника по критериям состояния работы сердечно-сосудистой системы;

- предоставляет возможность одновременного обследования нескольких работников, в т.ч. удаленных от медицинского работника, принимающего решение о допуске к работе;

- уменьшает риск влияния человеческого фактора на принятие решения о допуске к работе (особенно в небольших населенных пунктах при недостаточном контроле за работой медицинского персонала);

- исключена возможность формальных допусков, особенно в часы пик (с 8 до 9 утра) при большом наплыве работников в кабинет ПРМО;

- дисциплинировать работников снизить употребление алкоголя, соблюдать режим отдыха и медицинские назначения, а также более внимательно относиться к состоянию своего здоровья [1].

Экономический эффект от внедрения АСПО определяется следующими факторами:

- снижение количества дней с временной утратой трудоспособности;

- снижение затрат на обучение нового сотрудника (восполнение кадров);

- снижение риска возникновения аварийных ситуаций;

- снижение эффективности или простоя технологического или перевозочного процесса в связи с поиском нового работника, его обучением и накоплением опыта;

- повышение производительности труда медицинского работника в связи с возможностью обследования одновременно нескольких работников;

- снижение организационных непроизводительных затрат: уменьшение затрат на доставку работника в кабинет ПРМО при реализации работ на удаленных участках при условии установки терминала самообслуживания АСПО, снижение необходимости контроля работы медицинского работника.

Однако, внедрение АСПО характеризуется и **затратами**, капитальными  $K$  и текущими  $C$  на:

- разработку, внедрение и апробацию корпоративных программ, предусматривающих использование АСПО, закупку оборудования АСПО. В настоящее время на рынке Таможенного союза представлены различные виды программных обеспечений и серийно выпускаемого оборудования (АО НПП «Системные технологии», ЭСМО и другие). В зависимости от комплектации, стоимость одного терминала составляет от 900000 до 2000000 рублей РФ. В Республике Беларусь работают 17 локомотивных депо. При установке в каждом депо 2 терминалов АСПО стоимость на закупку оборудования составит:  $17 \times 2 \times 1000000 = 34000000$  рублей РФ. Кроме того, для хранения данных и их обработки необходима закупка компьютерной техники и серверного оборудования (70 персональных компьютеров и 2 сервера дороги) общей стоимостью ориентировочно 9900000 рублей РФ;

- обучение медицинских работников, психологов и иных специалистов принципам работы с АСПО и правильной интерпретации полученных результатов. Составляет из расчета не более 10% от стоимости АСПО и составляет для условий РБ 3400000 рублей РФ.

Изложенные выше затраты относятся к капитальным  $K$ . Текущие затраты в год  $C$  определяются следующими параметрами:

- техническое сопровождение программного обеспечения АСПО, техническое обслуживание оборудования АСПО. Ежемесячная стоимость приведенных услуг не превышает 10000 рублей РФ на 1 терминал АСПО;

- проверка и доставка в поверку 1 раз в год: 11000 рублей РФ;

- расходные материалы: датчик пульса: 7000 рублей РФ, средний срок службы 1 год. Манжета для измерения кровяного давления: 1000 рублей РФ, средний срок службы 6 месяцев.

Для Белорусской железной дороги текущие затраты  $C$  в год на содержание 34 терминалов АСПО составят:  $10000 \times 12 \times 34 + 34 \times 11000 + 7000 \times 34 + 1000 \times 2 \times 34 = 4760000$  рублей РФ (53000 \$).

Затраты на внедрение АСПО:

$$E = K + C = 34000000 + 9900000 + 3400000 + 4760000 = 52060000 \text{ рублей РФ.}$$

Рассчитаем экономический эффект от внедрения АСПО для условий Белорусской железной дороги.

### Экономический эффект при снижении количества дней с временной утратой трудоспособности.

По результатам собственных исследований, среднее трехлетнее количество дней нетрудоспособности в БелЖД за период с 2017 по 2019 год составляет 556 дней на 100 человек за три года (анализу подвергались три года до пандемии COVID-19). Численность машинистов и помощников Белорусской железной дороги по состоянию на 2023 год, подлежащих предсменным медицинским осмотрам, составляет 6141 человек. За три года количество человеко-дней нетрудоспособности составит  $n = (6141 / 100) \times 556 = 34143$  человеко-дней за три года или 11381 человеко-дней в год.

Компенсация сверхурочных  $N_1$  для подменных работников в год:

$$N_1 = n L U \text{ (1), где:}$$

$n$  – количество человеко-дней нетрудоспособности, ( $n = 11381$  по состоянию за 2023 год);

$L$  – средняя часовая заработная плата машиниста, рублей ( $100000 / 160 \text{ час} = 625$  рублей РФ);

$U$  – средняя продолжительность смены, час ( $U = 11$ );

Подставляя данные в формулу (1), получим объем сверхурочных выплат для подменных работников в год:

$$N_1 = 11381 \times 625 \times 11 = 78244375 \text{ рублей РФ в год.}$$

При внедрении системы контроля состояния здоровья машинистов и помощников с применением АСПО происходит снижение их заболеваемости. Для АО «Российские железные дороги» снижение трудопотерь составило более 25% по сравнению с периодом эксплуатации без применения АСПО [2, 4]. При 100% снижении заболеваемости экономия денежных средств за счет оплаты сверхурочных составит 78244375 рублей РФ в год. В случае компенсации трудопотерь на 25% экономия денежных средств за счет оплаты сверхурочных составит 214957 рублей РФ в год.

### Экономический эффект от снижения затрат, вызванных необходимостью обучения нового сотрудника.

В интересах настоящего расчета примем, что за год 32 работника были признаны негодными, что составляет 0,64% общесписочной численности. 128 машинистам продлили разрешение только на год, четверо временно годны на 3 месяца. Суммарно в группе риска находятся 132 работника или 2,65% общесписочной численности. В следующем году БелЖД необходимо восполнить кадры на 32 работника.

Анализ 15-летнего опыта эксплуатации АСПО в АО «РЖД» показал возможность снизить количество отстранений работников от рейса в 2 раза, а продолжительность «профессиональной жизни» увеличить на 3 года [5]. Количество непригодных работников по результатам ежегодного медицинского осмотра возможно снизить на 80-85%. Так, по результатам 2023 года, в профессии могли бы остаться 27 работников из 32 работников, которые были признаны непригодными.

Выявление таких работников и оказание им помощи без АСПО не представляется возможным, поскольку исчезают технические средства, объективизация данных, методические материалы и факт мониторинга функционального состояния работника.

Экономия денежных средств на обучение нового сотрудника определяется по следующей формуле:

$$N_2 = H X (2), \text{ где:}$$

$H$  – число работников (27 чел.), которых нужно набрать на работу и обучить (число работников, которые могли потерять трудоспособность, однако сохранили ее за счет выявления заболеваний с помощью АСПО);

$X$  – стоимость затрат на обучение нового работника плюс оплата труда подменного работника на период обучения нового (с коэффициентом 2 за сверхурочные – учитывая только прибавку, срок обучения 6 месяцев).

$$X = 6 J L + Y (3), \text{ где:}$$

6 – продолжительность обучения, мес.;

$J$  – среднемесячная норма рабочего времени, час ( $J = 160$  часов);

$L$  – средняя часовая заработная плата машиниста, рублей РФ ( $L = 625$  рублей РФ);

$Y$  – прямые затраты на обучение одного машиниста, рублей РФ ( $Y = 76230$  рублей РФ). Стоимость обучения принята на основе расценок ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» на 2023 год. Подготовка машинистов и помощников машинистов для БелЖД осуществляется в Дорожном центре по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров Белорусской железной дороги.

Стоимость обучения нового работника по формуле (3) составит:

$$X = (6 \times 160 \times 625) + 76230 = 676230 \text{ рублей РФ.}$$

Экономический эффект в год по формуле (3) от снижения затрат, вызванных необходимостью обучения нового сотрудника, составит:

$$N_2 = 27 \times 676230 = 18258210 \text{ рублей РФ.}$$

**Экономический эффект от снижения риска возникновения аварийных ситуаций.** Согласно статистике Международного союза железных дорог (МСЖД) за 2022 год [6, табл. 2], человеческий фактор со стороны персонала железной дороги является причиной инцидентов на железнодорожном транспорте в 10,3% случаев, из них машинисты поездов в 2,4% случаев. Причем, число серьезных происшествий в 2021 году составило 1765, а число смертельных исходов – 897. Машинисты поездов стали причиной 42 серьезных происшествий и 21 смертельного исхода.

Согласно определению МСЖД, к серьезным относятся происшествия с участием по крайней мере одной единицы подвижного состава, приведшие как минимум к одному смертельному исходу или тяжелым травмам, повреждениям объектов инфраструктуры, подвижного состава либо нанесению ущерба окружающей среде в размере более 150 тыс. евро,

а также вызвавшие продолжительные (более 6 ч) перерывы в движении поездов (исключая инциденты на территории депо, складов и ремонтных предприятий).

Величина страховой выплаты при смертельном исходе на транспорте может варьироваться в зависимости от страхового тарифа. Практика страховых организаций Беларуси свидетельствует, что она может составлять в среднем 14000000 рублей РФ.

Из приведенных сведений очевидна важность снижения риска возникновения аварийной ситуации по вине локомотивной бригады.

Оценку возможности возникновения аварийной ситуации от действий поездной бригады можно провести по коэффициенту  $T$ , отражающему отношение количества человек  $k_1$ , находящихся в группе риска по критериям: срыв адаптации, сердечно-сосудистые заболевания в структурном подразделении железной дороги, в отделении или в целом для всей структуры БелЖД за анализируемый период (год) к общему объему поездной работы  $V_1$  за этот же период (км) (формула 4). Отнесение сотрудника к группе риска реализуется по анализу показаний АСПО, исключая человеческий фактор при принятии решения.

$$T = k_1 / V_1 (4)$$

Так, например, уменьшение коэффициента в  $\Delta K = 2$  раза за годовые периоды может свидетельствовать о возможности снижения в 2 раза финансового ущерба от возникновения аварийной ситуации.

$$\Delta T = k_1 V_2 / k_2 V_1 (5)$$

Тогда экономический эффект при снижении риска возникновения аварийных ситуаций составит:

$$N_3 = \Delta T U (6), \text{ где:}$$

$U$  – величина возможного экономического ущерба от возникновения аварийной ситуации, рублей РФ.

**Экономический эффект при повышении производительности труда медицинского работника в связи с возможностью одновременного освидетельствования нескольких работников.** Опыт работы АСПО в структуре РЖД-Медицины показал возможность одновременного обслуживания нескольких систем одним медицинским работником. Применение АСПО позволит расширить зону обслуживания медицинского работника икратно снизить стоимость одного обследования. Экономический эффект в год  $N_4$  от повышения производительности труда медицинского работника составит:

$$N_4 = w e / t (7), \text{ где:}$$

$w$  – количество обследований в год;

$e$  – стоимость одного обследования, рублей РФ;

$t$  – количество АСПО, закрепленных за одним медицинским работником.

Итоговый экономический эффект от внедрения АСПО определяется как сумма составляющих его критериев. Приведенные в настоящей статье критерии не представляют законченный перечень, и могут быть значительно расширены в зависимости от

характеристик технологического процесса и анализируемых параметров, определяющих трудовое долголетие работника.

Итоговый потенциальный экономический эффект при внедрении АСПО для Белорусской железной дороги, учитывающий только экономический эффект при снижении количества дней с временной утратой трудоспособности и экономический эффект от снижения затрат, вызванных необходимостью обучения нового сотрудника, составляет:

$$N = N_1 + N_2 = 78244375 + 18258210 = 96502585 \text{ рублей.}$$

$$\text{Затраты при внедрении составят: } E = 52060000 \text{ рублей.}$$

Таким образом, максимальный срок окупаемости при внедрении АСПО для предприятий Белорусской железной дороги составит:

$$S = E / N = 52060000 / 96502585 = 0,54 \text{ года.}$$

## ВЫВОД

Внедрение АСПО является одним наиболее перспективных направлений включения в корпоративную программу для повышения трудового долголетия сотрудников, сохранения кадрового потенциала и обеспечения экономической эффективности Белорусской железной дороги.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Sarantsev VV, Rybina TM, Markelov PN, Semashko EV, Vorobyov YuN. Capabilities of modern automated systems for pre-trip (pre-shift) personnel inspections. *Energy Strategy*. 2020; 3(75): 47-51. Russian (Саранцев В.В., Рыбина Т.М., Маркелов П.Н. Семашко Е.В., Воробьев Ю.Н. Возможности современных автоматизированных систем предрейсовых (предсменных) осмотров персонала // Энергетическая стратегия. 2020. № 3(75). С. 47-51.)
2. Zhidkova EA, Gutor EM, Sorokin MA, Kalinin MR, Gurevich KG. Medical aspects of safety of the movement in Russian railways. *Sechenov Medical Journal*. 2018; 4(34): 34-40. Russian (Жидкова Е.А., Гутор Е.М., Сорокин М.А. Калинин М.Р., Гуревич К.Г. Медицинские аспекты обеспечения безопасности движения в ОАО «Российские железные дороги» // Сеченовский вестник. 2018. № 4(34). С. 34-40.) doi: 10.26442/22187332.2018.4.34040
3. Miroshnichenko AI, Osipova IV, Zaltsman AG, Kurbatova II, Averyanova ES. New opportunities for early diagnosis and monitoring of cardiovascular diseases: experience with an automated system of pre-trip medical examinations. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; 9: 97-98. Russian (Мирошниченко А.И., Осипова И.В., Зальцман А.Г., Курбатова И.И., Аверьянова Е.С. Новые возможности ранней диагностики и мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний: опыт работы с автоматизированной системой предрейсовых медицинских осмотров // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 97-98.)
4. Plokhov VN, Lazarev VN, Bystrov VV, Martynova GG, Atkov AYU. Integrated approach to health protection of employees of JSC «Russian Railways». *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; 9: 115-116. Russian (Плохов В.Н., Лазарев В.Н., Быстров В.В., Мартынова Г.Г., Атков А.Ю. Комплексный подход к охране здоровья работников ОАО «РЖД» // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 115-116.)
5. Zhidkova EA, Shlipakov SV, Gutor EM, Gurevich MV, Pankova VB, Vilk MF, et al. Prevalence of elevated blood pressure among locomotive workers according to the long-term assessment of pre-trip health screening. *Cardiovascular therapy and prevention*. 2022; 21(5): 3189. Russian (Жидкова Е.А., Шлипаков С.В., Гутор Е.М., Гуревич М.В., Панкова В.Б., Вильк М.Ф., и др. Распространенность превышения нормативных величин артериального давления у работников локомотивных бригад по результатам многолетней динамики предрейсового медицинского осмотра // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022. Т. 21, № 5. С. 3189.) doi: 10.12829/1728-8800-2022-3189.
6. Statistics of the International Union of Railways. Russian (Статистические данные Международного союза железных допоро.) <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh>

### Сведения об авторах:

МАКЕЕВ Вячеслав Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, начальник отдела экологической безопасности и энергосбережения на транспорте – заместитель начальника ИЦ ЖТ БелГУТа, г. Гомель, Республика Беларусь. E-mail: makeyeu@bsut.by

РЫБИНА Татьяна Михайловна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры пульмонологии, фтизиатрии, аллергологии и профпатологии с курсом повышения квалификации и переподготовки, УО БелГМУ, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: tanya-rybina@list.ru

### Information about authors:

MAKEEV Vyacheslav Valerievich, candidate of technical sciences, docent, head of the department of environmental safety and energy saving in transport – deputy head of the research center for railway transport, Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus. E-mail: makeyeu@bsut.by

RYBINA Tatiana Mikhailovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of pulmonology, phthisiology, allergology, and occupational pathology with advanced training and retraining, Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: tanya-rybina@list.ru

Корреспонденцию адресовать: РЫБИНА Татьяна Михайловна, 220083, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Дзержинского, 83, УО БелГМУ. Тел: +375 17 252-12-01 E-mail: tanya-rybina@list.ru

**Информация для цитирования:**

Павленко В.В., Старцев А.Б., Слободина А.О., Каменева Е.А., Лесников С.М. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ АНЕВРИЗМЫ АОРТЫ ИЗ ПРАКТИКИ ДЕЖУРНОГО ХИРУРГА // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 115-118.

**Павленко В.В., Старцев А.Б., Слободина А.О., Каменева Е.А., Лесников С.М.**

Кузбасская клиническая больница скорой медицинской помощи имени М.А. Подгорбунского, Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия



## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ АНЕВРИЗМЫ АОРТЫ ИЗ ПРАКТИКИ ДЕЖУРНОГО ХИРУРГА

В статье приводится описание клинического случая развития расслаивающейся аневризмы аорты из практики дежурного хирурга. Расслаивающаяся аневризма аорты является осложнением развития заболевания аорты и причиной внезапных смертей в 3-4% случаев [1, 2]. Расслоение аорты (РА) – образование дефекта (разрыва) внутренней оболочки стенки аорты с последующим поступлением крови в дегенеративно измененный средний слой. РА является неотложным состоянием, которое может привести к смерти. Смертность в результате разрыва аорты составляет 80%, а половина пациентов умирают попадания в больницу. Если расслоение достигает 6 см и более, пациент должен быть urgently прооперирован. [3]. Своевременное выявление и лечение РА имеет решающее значение для предотвращения развития этого серьезного состояния.

**Ключевые слова:** расслаивающаяся аневризма аорты; КТ ОБП с болюсным контрастированием

**Pavlenko V.V., Startsev A.B., Slobodina A.O., Kameneva E.A., Lesnikov S.M.**

Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care named after M.A. Podgorbunsky, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

### A CLINICAL CASE OF EXFOLIATING AORTIC ANEURYSM FROM THE PRACTICE OF AN ON-DUTY SURGEON

The article describes a clinical case of a delaminating aortic aneurysm from the practice of an on-duty surgeon. Exfoliating aortic aneurysm is a complication of the development of aortic disease and the cause of sudden deaths in 3-4% of cases [1, 2]. Aortic dissection (RA) is the formation of a defect (rupture) of the inner lining of the aortic wall, followed by blood flow into the degeneratively altered middle layer. RA is an urgent condition that can lead to death. Mortality due to aortic rupture is 80%, and half of the patients die after being admitted to the hospital. If the dissection reaches 6 cm or more, the patient must undergo urgent surgery. [3]. Timely detection and treatment of RA is crucial to prevent the development of this serious condition.

**Key words:** delaminating aortic aneurysm; CT OBP with bolus contrast

**Р**асслаивающаяся аневризма аорты (расслоение аорты, РА) – образование дефекта (разрыва) внутренней оболочки стенки аорты с последующим поступлением крови в дегенеративно измененный средний слой с образованием внутрстеночной гематомы и продольным расслоением стенки аорты на внутренний и наружный слои с формированием дополнительного внутрисосудистого канала (ложного просвета). Расслоение чаще происходит в дистальном (антеградном) направлении, реже в проксимальном (ретроградном).

РА является неотложным состоянием, которое может быстро привести к смерти, даже при оптимальном лечении. Если РА проходит через все три слоя, то есть формируется полный разрыв стенки, происходит огромная и быстрая потеря крови. Смертность в результате разрыва составляет 80%, а половина пациентов умирают до их попадания в больницу. Если расслоение достигает 6 см и более, пациент должен быть urgently прооперирован.

Расслоение аорты встречается у 1 из 10000 госпитализированных больных (однако значительная

часть больных погибает на догоспитальном этапе), в 1 случае на 400 аутопсий, у 1 из 100 умирающих внезапно, что составляет 3-4% всех внезапных смертей от сердечно-сосудистых заболеваний. При отсутствии лечения ранняя смертность при расслоении составляет 1% в час (один человек из ста умирает каждый час) в первый день, 75% – в течение двух недель и свыше 90% – в течение первого года.

Чаще РА возникает у людей в возрасте 60-70 лет. Заболеваемость в два раза выше у мужчин, чем у женщин.

Симптомы расслоения аорты могут быть разнообразны, т.к. расслоение процесс динамичный и начальная картина заболевания может отличаться от финальной. Они могут имитировать практически все сердечно-сосудистые, неврологические, хирургические и урологические заболевания.

Ведущим и самым частым (в 90-96% случаев) симптомом расслоения аорты является боль (кроме больных с нарушением сознания). Боль отличается необычайной интенсивностью, возникает внезапно,

с максимальной выраженностью в начале расслоения, в отличие от инфаркта миокарда (ИМ), где она постепенно нарастает. В некоторых случаях боль может становиться невыносимой. Боль имеет раздражающий, разрывающий, простреливающий характер, может быть мигрирующей от места возникновения по направлению расслоения, может в начале сопровождаться вагусными проявлениями, тошнотой, рвотой, повышением АД.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В статье приводится описание клинического случая развития РА у пациента Б., 32 лет, который обратился в приемное отделение ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского к терапевту.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При поступлении в приемное отделение к терапевту у больного Б., 32 лет, жалобы на боль в эпигастрии, левом подреберье, тошноту, рвоту, отсутствие стула в течение 6 дней, слабость.

Данные симптомы отмечает в течение 3 дней, свое состояние связывает с погрешностью в диете, с употреблением алкоголя. Самостоятельно лечился полиферментными препаратами перорально, нестероидными противовоспалительными препаратами (НПВП), без положительного эффекта. В связи с сохраняющимися симптомами обратился в дежурную больницу.

Терапевт выставил предварительный диагноз «Хронический панкреатит, алкогольной этиологии, обострение средней степени тяжести. ОКН?»

Пациент обследован в условиях приемного отделения. По лабораторным данным: амилаза панкреатическая в моче — 4620 Е/л, ПТИ 66%, гемоглобин 137 г/л. По результатам инструментальных методов исследования получены следующие данные: рентгенография органов брюшной полости (ОБП) на чаши Клойбера: горизонтальных уровней, чаш Клойбера и признаков свободного газа в брюшной полости не определяется. По УЗИ ОБП: признаков острого панкреатита, острого холецистита и другой острой патологии ОБП не выявлено.

При этом получены данные о том, что брюшной отдел аорты расширен на всем протяжении до 50 мм, в просвете тромботические массы (разрыв аневризмы брюшного отдела аорты?). Терапевтом на консультацию приглашен врач-хирург для исключения разрыва аневризмы брюшного отдела аорты.

Клинически при осмотре больного хирургом установлено, что его беспокоит боль в эпигастрии, левом подреберье. Объективно: Кожные покровы телесного цвета, чистые, умеренной влажности. Дыхание везикулярное. Гемодинамика стабильная, АД на момент осмотра 120/80 мм рт. ст., ЧСС 88 уд/мин. Живот пальпаторно мягкий, болезнен-

ный в эпигастрии, левом подреберье. Перитонеальные симптомы отрицательные.

Для исключения аневризмы брюшного отдела аорты выполнена КТ ОБП с болюсным контрастированием. По результатам КТ, определяется аневризма брюшного отдела аорты (4 тип по Покровскому), шириной до 50 мм, с переходом на подвздошные сосуды. В грудном отделе аорта делает изгиб под углом 87 градусов, от изгиба определяется расслоение аневризмы брюшной аорты с переходом на подвздошные сосуды (3в тип по Дебейки, Тип В по Стенфорду). Висцеральные сосуды отходят от истинного просвета. Правая почечная артерия отходит от ложного просвета.

Печень, селезенка, желчный пузырь, надпочечники, поджелудочная железа без явной патологии. Жидкости в брюшной полости нет (рис.).

По линии санитарной авиации приглашен сосудистый хирург на очную консультацию. Пациент осмотрен сосудистым хирургом. Учитывая отсутствие ишемии органов вовлеченных бассейнов, наличие финестры, экстренное оперативное лечение не показано. Рекомендована консервативная терапия: гипотензивная терапия с достижением целевых значений (АД ниже 140 мм рт. ст.), адекватное обезболивание, спазмолитическая терапия; после хронизации процесса — плановая консультация кардиохирурга для решения вопроса о необходимости установки стент-графта. Диагноз: «Аневризма грудного и брюшного отделов аорты, размерами до 50 мм, без признаков разрыва (4 тип по Покровскому). Диссекция аорты 3в тип по Дебейки, без клиники ишемии органов вовлеченных сосудистых бассейнов».

Пациент был госпитализирован в отделение общей хирургии для динамического наблюдения и консервативного лечения. На фоне консервативной терапии болевой абдоминальный синдром был полностью купирован, клинически признаков разрыва аорты не было. Пациент с улучшением выписан на амбулаторный этап с рекомендациями.

## ВЫВОД

В экстренной хирургической практике иногда наблюдаются редкие клинические случаи, о которых следует помнить. Симптомы расслоения аорты могут быть разнообразны, т.к. расслоение — процесс динамичный, и начальная картина заболевания может отличаться от финальной. Они могут имитировать практически все сердечно-сосудистые, неврологические, хирургические и урологические заболевания. Так, в данной клинической ситуации, под «маской» острого панкреатита протекала аневризма грудного и брюшного отделов аорты.

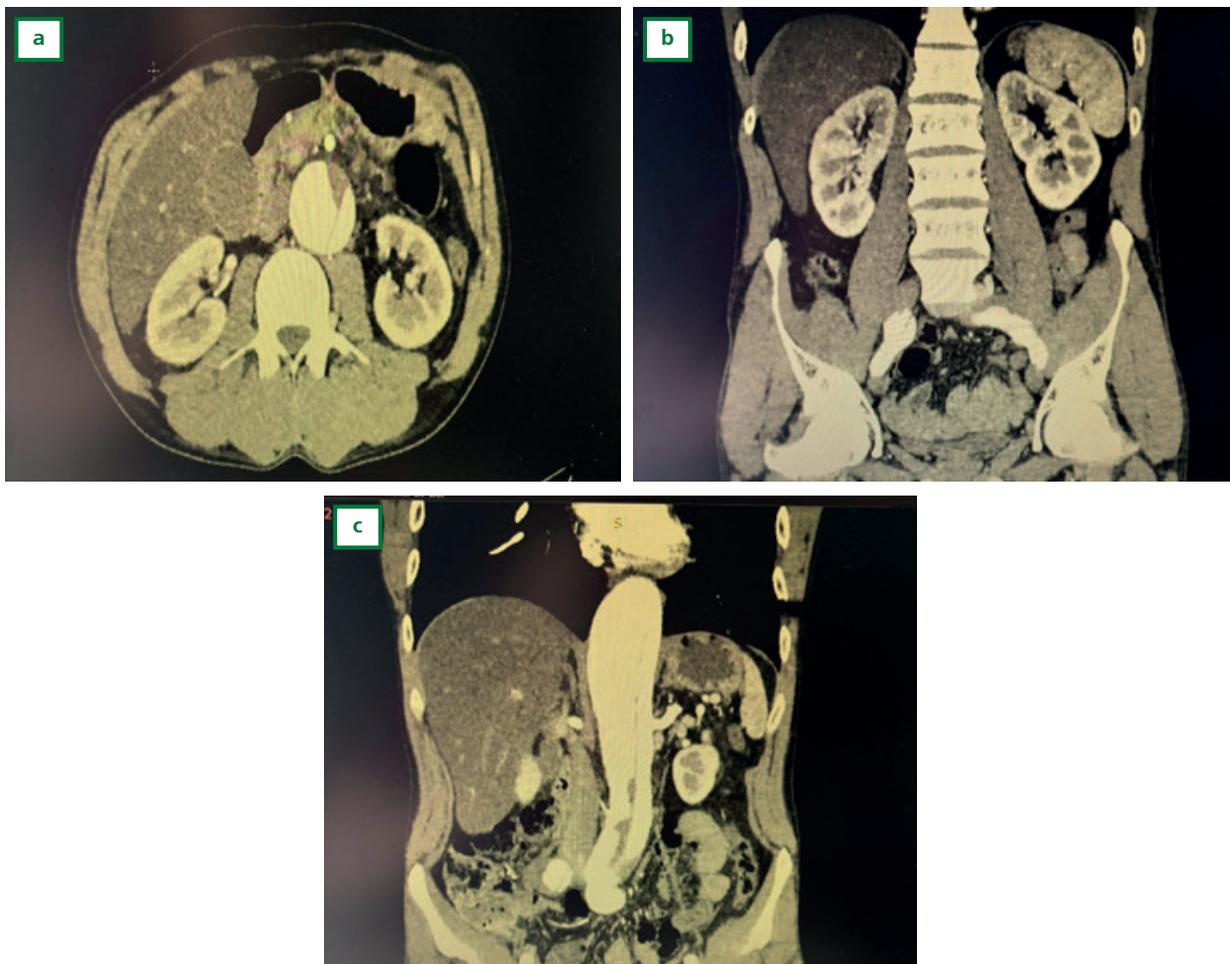
## Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Рисунок  
КТ ОБП с болюсным контрастированием (а, б, с – стрелками указано расположение аневризмы брюшного отдела аорты и подвздошных сосудов)

Figure  
CT scan of the abdominal cavity with bolus contrast (a, b, c – the arrows indicate the location of the aneurysm of the abdominal aorta and iliac vessels)



#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Sitar LL, Sleta AA. Rasslaivaiushchaia anevrizma aorty. *Medicus Amicus*. 2003; 5-6: 1-4. Russian (Ситар Л.Л., Слета А.А. Расслаивающая аневризма аорты // *Medicus Amicus*. 2003. № 5-6. С. 1-4.)
2. Natsionalnye rekomendatsii po vedeniiu vzroslykh patsientov s anevrizmami briushnoi aorty. М., 2010. Russian (Национальные рекомендации по ведению взрослых пациентов с аневризмами брюшной аорты. М., 2010.)
3. Gromnatskii N.I. Rukovodstvo po vnutrennim bolezniam: uchebnoe posobie dlia poslediplomnogo obrazovaniia po spetsialnosti «Terapiia». М., 2005. 812 s. Russian (Громнацкий Н.И. Руководство по внутренним болезням: уч. пособие для последипл. образования по спец-ти «Терапия». М., 2005. 812 с.)

#### Сведения об авторах:

ПАВЛЕНКО Владимир Вячеславович, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: pavlenkovv@list.ru

СТАРЦЕВ Андрей Борисович, канд. мед. наук, зав. хирургическим отделением № 1, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия. E-mail: starz1975@mail.ru

СЛОБОДИНА Алена Олеговна, врач хирургического отделения № 1, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия. E-mail: alenaslobodina1313@mail.ru

#### Information about authors:

PAVLENKO Vladimir Vyacheslavovich, doctor of medical sciences, professor, head of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: pavlenkovv@list.ru

STARTSEV Andrey Borisovich, candidate of medical sciences, head of surgical department N 1, M.A. Podgorbunsky Kemerovo Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia. E-mail: starz1975@mail.ru

SLOBODINA Alyona Olegovna, doctor of the surgical department N 1, M.A. Podgorbunsky Kemerovo Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia. E-mail: alenaslobodina1313@mail.ru

КАМЕНЕВА Евгения Александровна, доктор мед. наук, главный врач,  
ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия.  
E-mail: evgkameneva@yandex.ru  
ЛЕСНИКОВ Степан Михайлович, врач хирургического отделения № 1,  
ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия.  
E-mail: lesnikov.s.m@gmail.com

KAMENEVA Evgenia Aleksandrovna, doctor of medical sciences, chief  
physician, M.A. Podgorbunsky Kemerovo Clinical Hospital of Emergency  
Medical Care, Kemerovo, Russia. E-mail: evgkameneva@yandex.ru  
LESNIKOV Stepan Mikhailovich, doctor of the surgical department N 1,  
M.A. Podgorbunsky Kemerovo Clinical Hospital of Emergency Medical  
Care, Kemerovo, Russia. E-mail: lesnikov.s.m@gmail.com

**Корреспонденцию адресовать:** ПАВЛЕНКО Владимир Вячеславович, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, ФГБОУ ВО КемГМУ  
Минздрава России  
Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: pavlenkov@list.ru

Статья поступила в редакцию 11.10.2025 г.

DOI: 10.24412/2687-0053-2025-4-119-120 EDN: OFWCRE

**Информация для цитирования:**

Подолужный В.И., Павленко В.В., Радионов И.А. 100 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДОЦЕНТА А.Н.ФРУМГАРЦА // Медицина в Кузбассе. 2025. №4. С. 119-120.

**Подолужный В.И., Павленко В.В., Радионов И.А.**

Кузбасская клиническая больница скорой медицинской помощи имени М.А. Подгорбунского, Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия



## 100 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДОЦЕНТА А.Н.ФРУМГАРЦА

В статье приводится история становления и развития известного сибирского хирурга, труженика тыла в Великую Отечественную войну Абрама Натановича Фрумгарца, заслуженного врача РСФСР.

**Ключевые слова:** врач хирург; преподаватель Кемеровской государственной медицинской академии

**Podoluzhny V.I., Pavlenko V.V., Radionov I.A.**

Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care named after M.A. Podgorbunsky, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

**100TH ANNIVERSARY – BIRTH OF ASSOCIATE PROFESSOR A.N. FRUMGARTS**

The article presents the history of the formation and development of the famous Siberian surgeon, home front worker in the Great Patriotic War Abram Natanovich Frumgartz, Honored Doctor of the RSFSR

**Key words:** surgeon; lecturer at the Kemerovo State Medical Academy



А.Н. Фрумгарц, 1968 г.

Абрам Натанович Фрумгарц родился 5 октября 1925 года в Запорожье. В 1941 году, после окончания 8 класса, был с семьей эвакуирован сначала в Пятигорск, затем в г. Омск, где работал с 1942 по 1945 годы слесарем на заводе министерства авиапромышленности. Был награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.».

Параллельно в 1945 году окончил десятый класс школы рабочей молодежи с Золотой медалью. С 1945 по 1950 годы учился в Омском медицинском институте, по окончании которого был направлен на работу в рабочий поселок Ольжерас, который был основан в 1946 году при шахте «Томусинский 1-2» и назван по расположению на реке Ольжерас (правый приток Усы). Фрумгарц А.Н. был назначен главным врачом участковой больницы и исполнял обязанности хирурга.

Под руководством Абрама Натановича в 1951 году была открыта в поселке больница на 35 коек, лечили больных с небольшими травмами, абсцессами, флегмонами. В 1951 году была сделана первая аппендэктомия. Молодой врач учился у опытных хирургов Кузбасса, в том числе в Кемерово у М.А. Подгорбунского, круг хирургических операций расширялся. В 1952 году, пройдя специализацию по хирургии, начал делать более сложные операции, в том числе травматологические.

23 июня 1955 года рабочий поселок Ольжерас был преобразован в город областного подчинения

Междуреченск. На момент преобразования численность населения составляла около 37 тысяч человек. С 11.08.54 года А.Н. Фрумгарц был переведен на должность заведующего хирургическим отделением городской больницы № 1 г. Междуреченска, где проработал до 1.07.1968 г. В разные годы был на усовершенствовании по хирургии в Новокузнецке, Кемерово, Москве и Ленинграде.

Фрумгарц А.Н. стал первым врачом, который осуществил в Междуреченске резекцию желудка. Он освоил операции на легком по поводу опухолей, бронхоэктазов, туберкулеза с применением интубационного наркоза с управляемым дыханием, начал использовать новые шивающие аппараты. Способствовал оснащению хирургического корпуса новейшей аппаратурой. В 1965 году открытый хирургический корпус мог соперничать по оснащенности с ведущими хирургическими клиниками области. В 1962 году А.Н. Фрумгарцу было присвоено звание Заслуженный врач РСФСР. Совершенствуясь в профессии, А.Н. Фрумгарц с 1962 по 1966 годы учился в заочной аспирантуре по хирургии в Центральном институте усовершенствования врачей и в 1967 году защитил в Москве кандидатскую диссертацию на тему «Оценка модификации резекции желудка с впередиободочным гастроэнтероанастомозом без браунновского соустья».

В 1968 году А.Н. Фрумгарца пригласили на работу в Кемерово, он возглавил хирургическое отделение в ЦГКБ и параллельно стал последовательно ассистентом и доцентом кафедры госпитальной хирургии КГМИ [1]. Нам, студентам и молодым врачам, посчастливилось учиться у Фрумгарца, работать с этим квалифицированным хирургом. Первые успешные грыжесечения, аппендэктомии, холецистэктомии, резекции желудка проходили при ассистенции Абрама Натановича. Он терпеливо помогал освоить мануальные навыки, учил нас клиническому мышлению, активно занимался реконструктивными операциями при болезнях оперированного желудка, дежурил. Спокойный, доброжелательный, интеллигентный, он всегда приходил на помощь и вселял в нас уверенность при хирургическом лечении тяжелейших больных. Добрую память на долгие годы о нем сохраняют не только прооперированные им пациенты, но и ученики и коллеги.

#### **Информация о финансировании и конфликте интересов**

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### **ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:**

1. Prepodavately Keмеровskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii (1955-2005): k 50-letiiu KemGMA. Кемерово, 2005. 35 s. Russian (Преподаватели Кемеровской государственной медицинской академии (1955-2005): к 50-летию КемГМА. Кемерово, 2005. 35 с.)

#### **Сведения об авторах:**

ПОДОЛУЖНЫЙ Валерий Иванович, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: pvi2011@mail.ru  
ПАВЛЕНКО Владимир Вячеславович, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия. E-mail: pavlenkov@list.ru  
РАДИОНОВ Игорь Александрович, доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: radionov3@mail.ru

#### **Information about authors:**

PODOLUZHNY Valery Ivanovich, doctor of medical sciences, professor, professor of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: pvi2011@mail.ru  
PAVLENKO Vladimir Vyacheslavovich, doctor of medical sciences, professor, head of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: pavlenkov@list.ru  
RADIONOV Igor Aleksandrovich, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of hospital surgery, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia. E-mail: radionov3@mail.ru

**Корреспонденцию адресовать:** ПАВЛЕНКО Владимир Вячеславович, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России  
Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: pavlenkov@list.ru