

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека по Новосибирской области

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ И ПРОФИЛАКТИКИ

Всероссийская научно-практическая конференция,
посвященная 95-летию ФБУН «Новосибирский
НИИ гигиены» Роспотребнадзора

Сборник статей

Часть 2

Новосибирск, 27–28 февраля 2025 г.

УДК 614
ББК 51
А43

А43 Актуальные вопросы гигиены и профилактики. Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора», Новосибирск, 27–28 февраля 2025 года : сборник статей в 2 ч. – Ч. 2. – Омск : Изд-во ОмГА, 2025. – 266 с.

ISBN 978-5-98566-260-3
ISBN 978-5-98566-262-7 (ч. 2)

Материалы конференции «Актуальные вопросы гигиены и профилактики» представляют научный и практический интерес для специалистов органов и учреждений Роспотребнадзора, практикующих врачей, преподавателей и студентов вузов, специалистов, работающих в сфере охраны здоровья населения и среды обитания.

Печатается в авторской редакции.

Ответственность за точность приведенных данных, аутентичность цитат, а также соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы статей.

УДК 614
ББК 51

ISBN 978-5-98566-260-3
ISBN 978-5-98566-262-7 (ч. 2)

© ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 2025
© Омская гуманитарная академия, 2025

ЦИФРОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАССИВОВ О ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДЕ ОБИТАНИЯ – СОВРЕМЕННЫЕ РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Новикова И. И., Куликова О. М.

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск

Статья посвящена обзору применения современных технологий в обработке информационных массивов данных, используемых при решении научных и прикладных задач Роспотребнадзора. В настоящее время наиболее активно используются нейронные сети и ансамблевые модели.

Ключевые слова. Информационные массивы, нейронные сети, ансамблевые модели, здоровье населения, Роспотребнадзор

DIGITAL APPROACHES IN ASSESSING INFORMATION ARRAYS ON POPULATION HEALTH AND ENVIRONMENT – CURRENT REALITIES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Novikova I.I., Kulikova O.M.

Novosibirsk Research Institute of Hygiene, 630108, Novosibirsk, Russia

The article reviews the application of modern technologies in processing information arrays used for solving scientific and applied tasks of Rospotrebnadzor. Currently, neural networks and ensemble models are the most actively utilized tools.

Keywords: Information arrays, neural networks, ensemble models, population health, Rospotrebnadzor.

Тематика цифровых методик в анализе информационных массивов, связанных со здоровьем населения и состоянием среды обитания, является одной из ключевых и приоритетных направлений современной науки. Данное направление охватывает комплекс проблем, включающий обработку больших объёмов данных, интеграцию технологий искусственного интеллекта (ИИ), а также применение алгоритмов машинного обучения (МО). Особенное значение придаётся созданию передовых механизмов анализа и визуализации данных [1].

Современные цифровые технологии позволяют эффективно собирать, хранить и обрабатывать огромные объёмы данных, предоставляя уникальные возможности для мониторинга общественного здоровья и экологических условий. В частности, использование геоинформационных систем позволяет отслеживать распространение инфекций и оценивать влияние различных экзогенных факторов на здоровье человека. Алгоритмы МО помогают обнаруживать латентные корреляции и предсказывать вероятные сценарии развития ситуаций, что имеет особое значение в контексте разработ-

ки государственных программ и программ развития отечественного здравоохранения.

В настоящее время активное развитие получили нейронные сети, представляющие собой вычислительную модель, в основе которой лежит комплекс искусственных нейронов, объединенных в слои [2]. Для повышения точности прогнозирования нейронные сети могут быть объединены в ансамбли [3].

Основное отличие нейронных сетей (ансамблей нейронных сетей) от традиционных методов статистического анализа – это способность их адаптироваться к широкому спектру задач и данных, включая высокоразмерные и сложные данные (например, изображения, текст, временные ряды). Нейронные сети могут моделировать практически любые функции благодаря своей архитектуре и нелинейным активациям [4].

В современной науке создано значительное количество разнообразных нейронных сетей. Наиболее популярными являются [4-7]:

- полносвязные нейронные сети (каждый нейрон в данной сети в слое соединен со всеми нейронами следующего слоя; это базовый тип нейронных сетей, который применяется при решении задач классификации, регрессии и пр.);

- сверточные нейронные сети (используются для автоматического извлечения признаков из данных с пространственной структурой (например, изображения); включают слои свертки, пулинга и полносвязные слои);

- рекуррентные нейронные сети (предназначены для обработки последовательностей данных (например, временные ряды, текст); имеют «память», которая позволяет учитывать предыдущие состояния);

- автокодировщики (состоят из двух частей: энкодера (сжимает данные) и декодера (восстанавливает данные); используются для обучения представлений данных. Применяются для сжатия данных, уменьшения размерности, поиска аномалий);

- трансформеры (используют механизм внимания (attention) для обработки последовательностей данных, не требуют рекуррентных связей, что делает их более эффективными для параллельных вычислений. Применяются для обработки естественного языка (NLP), машинного перевода, генерация текста);

- мультимодальные нейронные сети (имеют сложную архитектуру, включающую специализированные подмодули для обработки каждого типа данных (например, сверточные сети для анализа изображений, рекуррентные сети для текста).

В научных исследованиях применяются текстовые нейронные сети — это специализированные нейронные сети, предназначенные для обработки и анализа текстовых данных. Они используются для решения задач, связанных с естественным языком, таких как классификация текста, машинный перевод, генерация текста, анализ тональности и многое другое. Тек-

стовые нейронные сети способны автоматически извлекать смысл из текста, учитывая контекст и семантику [8, 9].

Развитие информационных технологий способствовало развитию больших языковых моделей. Примеры известных больших языковых моделей включают GPT (например, GPT-4 от OpenAI), BERT (разработанный Google), а также российские разработки, такие как YaLM от компании Яндекс и RuGPT от Сбера. За последние несколько недель выложены в общий доступ такие модели как DeepSeek, Crok и др.

Большие языковые модели — это мощные системы машинного обучения, предназначенные для обработки естественного языка. Они основаны на глубоких нейронных сетях, чаще всего трансформерах, и обучаются на огромных объемах текста. Их главная задача - понимать, анализировать и генерировать осмысленные тексты на основе полученных знаний.

Большие языковые модели состоят из миллиардов параметров, что позволяет им обрабатывать сложные взаимосвязи между словами и контекстами. Они обучены на массивных корпусах текста, включая миллиарды слов и предложений. Это помогает им усваивать общие правила грамматики, семантику и синтаксические особенности языка. Языковые модели способны учитывать контекст при генерации или анализе текста, что делает их особенно полезными для сложных задач вроде вопросов и ответов или написания длинных последовательностей [10, 11]. Эти модели продолжают развиваться, становясь всё точнее и эффективнее благодаря новым методикам обучения и увеличивающимся вычислительным мощностям.

Для анализа научных направлений и библиографического поиска с применением больших языковых моделей могут быть использованы методы когнитивной визуализации такие как тематические карты. С их помощью могут быть выделены основные, вспомогательные, нишевые и новые направления исследований [12].

В ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» для решения прикладных задач используются все вышеперечисленные подходы и модели. Например, в настоящее время с применением нейросетей-трансформеров разрабатывается инструментарий оценки индивидуальных и коллективных рисков нарушения осанки и зрения у детей школьного возраста. Планируется создание кроссплатформенного приложения, работающего в web-среде и смартфонах. С применением больших языковых моделей (GPT-2, Mistral) создастся технология идентификации уровня тревожности и агрессии по анализу голосовых записей бесед детей с психологом или учителем.

На основании проведенного исследования могут быть сделаны следующие выводы.

В настоящее время интенсивно развиваются подходы к обработке больших массивов данных посредством внедрения методов искусственного интеллекта и машинного обучения. Данные инструменты обеспечивают эффективный мониторинг общественного здоровья и состояния экосистем,

предоставляя возможности для выявления латентных корреляций и прогнозирования потенциальных сценариев.

Особый акцент делается на применении нейронных сетей, обладающих значительной адаптивностью и многозадачностью. Эволюция крупных языковых моделей, таких как GPT и BERT, способствует существенному прорыву в области автоматической обработки текстов и аналитической работы с данными. Трансформаторные модели демонстрируют высокие показатели точности и эффективности в интерпретации и генерации текстового материала.

Современные достижения в развитии нейронных сетей подчёркивают значимость мультидисциплинарного подхода и интеграции новейших технологических решений для повышения качества жизни и обеспечения устойчивого прогресса общества.

Библиографический список

1. Разработка медицинской информационной системы для удаленного интеллектуального мониторинга состояния здоровья / Н. А. Калинин, А. И. Архипова, Г. М. Тулегенов [и др.] // Выставка инноваций - 2023 (весенняя сессия): сборник статей XXXV Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, Ижевск, 20 апреля 2023 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2023. – С. 66-77.

2. Иглинская, И. Г. Искусственный интеллект и нейросети: двойственный фактор риска и ресурс в обеспечении психологической безопасности / И. Г. Иглинская, А. В. Петракова // Психологически безопасная образовательная среда: проблемы проектирования и перспективы развития : Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Тула, 16 октября 2024 года. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2024. – С. 176-178.

3. Староверов, Б. А. Алгоритм формирования ансамбля нейронных сетей для информационной системы прогнозирования электропотребления / Б. А. Староверов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2019. – № 1(47). – С. 2.

4. Марушко, Е. Е. Применение ансамблей нейронных сетей для прогнозирования телеметрических параметров корректирующей двигательной установки космического аппарата / Е. Е. Марушко // Вестник Брестского государственного технического университета. Физика, математика, информатика. – 2015. – № 5(95). – С. 27-30.

5. Nagaytsev, I. V. Classification of typical technological processes using neural networks / I. V. Nagaytsev // The World of Science without Borders: PROCEEDINGS OF THE 10th ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE (WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION) FOR YOUNG RESEARCHERS, Tambov, 21 апреля 2023 года. – Tambov: Издательский центр ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", 2023. – P. 237-239.

6. Vlasova, G. A. Neural networks: classification, scope and development prospects / G. A. Vlasova // Languages in professional communication : Сборник материалов международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов, Екатеринбург, 28 мая 2020 года / ответственный редактор Л. И. Корнеева. – Екатеринбург: ООО «Издательский Дом «Ажур», 2020. – P. 487-491.

7. Nikitin, D. A. Classification of scientific articles by CSCSTI using convolutional neural network / D. A. Nikitin //, 23–24 мая 2024 года, 2024. – P. 184-188.

8. A method for creating structural models of text documents using neural networks / D. V. Berezkin, I. A. Kozlov, P. A. Martynyuk, A. M. Panfilkin // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering. – 2023. – Vol. 12, No. 1. – P. 28-45. – DOI 10.14529/cmse230102.

9. Беляева, М. Б. Анализ эффективности различных архитектур нейронных сетей при обработке текстовых данных / М. Б. Беляева, Д. Д. Кинзябулатов, А. Л. Федоров // Математическое моделирование процессов и систем : Материалы XIII Международной молодежной научно-практической конференции, Стерлитамак, 16–18 ноября 2023 года. – Стерлитамак: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 399-401.

10. Yassin, M. A. Comparative Analysis of Large Language Models: Responses to Ethical, Offensive, and Biased Prompts / M. A. Yassin, A. A. Mamonov, S. I. Salpagarov // 08–12 апреля 2024 года, 2024. – P. 480-484.

11. Вакушин, А. А. Проектирование многокомпонентных имитационных моделей с помощью большой языковой модели GPT-4 / А. А. Вакушин, Б. И. Клебанов // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 7(115). – С. 174-186.

12. Методический подход к управлению знаниями и инновациями в сфере здравоохранения: тренды и тенденции развития новых медицинских технологий в области снижения последствий влияния производственных факторов на организм человека / Н. Н. Масюк, О. М. Куликова, О. А. Савченко [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 6. – С.134-141.

Сведения об авторах.

Новикова Ирина Игоревна – д.м.н., профессор, директор ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; e-mail: novikova_ii@niig.su, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>. Scopus Author ID: 57214155125. Author ID: 684499

Куликова Оксана Михайловна - к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: ya.aaaaa11@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9082-9848>. SPIN-код: 4095-4445, Author ID: 652121

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИЕЙ В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ ФАЗЕ РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ

Огудов А.С.

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск

Особенности гигиенической ситуации в современной постиндустриальной фазе развития горнопромышленных районов обусловлены огромными объемами накопленных отходов добычи и обогащения сульфидных руд цветных и благородных металлов, объекты размещения которых являются релевантными источниками загрязнения атмосферного воздуха. Целью работы являлось получение и систематизация новых знаний об аэрогенных рисках для здоровья населения, возникающих в постиндустриальной фазе развития горнопромышленных районов, по результатам апробации системной технологии гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора. Интеграция информации о гигиенически значимой системе сред в горнопромышленных районах в современной постиндустриальной фазе их развития позволяет разработать всесторонне обоснованные управленческие решения.

Ключевые слова: объекты размещения сульфидсодержащих отходов; атмосферная миграция смесей соединений серы; подфакельные наблюдения; моделирование ореолов загрязнения; экозависимая патология детского возраста.

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF HYGIENIC SITUATION MANAGEMENT IN THE POST-INDUSTRIAL PHASE OF MINING DISTRICTS DEVELOPMENT

Ogudov A.S.

*Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk*

The peculiarities of the hygienic situation in the modern post-industrial phase of the development of mining areas are due to the huge volumes of accumulated waste from the extraction and processing of sulfide ores of non-ferrous and precious metals, the sites of which are relevant sources of atmospheric air pollution. The aim of the work was to obtain and systematize new knowledge about aerogenic risks to public health that arise in the post-industrial phase of the development of mining regions, based on the results of testing a system technology for hygienic diagnostics of the aerogenic chemical factor. The integration of information about a hygienically important environmental system in mining areas in the modern post-industrial phase of their development makes it possible to develop comprehensively sound management decisions.

Keywords: facilities for the disposal of sulfide-containing waste; atmospheric migration of mixtures of sulfur compounds; fake observations; modeling of pollution halos; eco-dependent pathology of childhood.

В последние десятилетия, в условиях перехода горнопромышленных регионов к постиндустриальным экономическим практикам, снижение и

даже остановка хозяйственной деятельности горно-обогатительных комбинатов не приводят к прекращению атмосферной миграции токсикантов [1]. После завершения эксплуатации месторождений, ключевое значение приобретают природно-техногенные процессы, генетически связанные с формированием природно-технических систем [2,3]. К их отличительным особенностям относится образование в накопленных отходах переработки сульфидных руд токсичных продуктов, способных к атмосферной миграции. Приоритетной проблемой в фазе деиндустриализации горнодобывающих регионов становится эмиссия соединений серы, поступающих в атмосферный воздух в составе сложных летучих парогазовых комплексов [4,5,6]. Существенное влияние температурного фактора на объёмы атмосферной миграции из накопленных сульфидсодержащих отходов смесей сероуглерода (CS_2), диметилсульфоксида (ДМСО) и диметилсульфида (ДМС) подтверждают результаты натурного моделирования [7].

В соответствии с целью настоящей работы, апробированная технология объединяет в одно целое технологию диагностики источников загрязнения атмосферы, технологию диагностики зон загрязнения атмосферного воздуха и технологию диагностики заболеваемости детского населения, связанной с загрязнением атмосферного воздуха. Алгоритм её реализации включает 4-е последовательных этапа: методологический, эмпирический, моделирования и конструктивный, в качестве инструментов использовались теоретические, расчётные, гигиенические, химико-аналитические, клинико-лабораторные, геохимические, токсикологические, эпидемиологические и математические методы исследования. В качестве концептуальной основы системной технологии гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора использовались концепции гигиенической диагностики (Г.И. Сидоренко и соавт., 1995), территориальной системы (А.А. Добринский и соавт., 1987), природно-технических систем (А.Л. Суздалева, 2015; М. Ю. Зенкевич и соавт., 2021), парогазового выноса токсичных продуктов из объектов размещения отходов переработки сульфидных руд (С.Б. Бортникова и соавт., 2006).

Концепция гигиенической диагностики – это система мышления и действий, имеющих целью исследование состояния природной и социальной среды, здоровья человека (популяции) и установление зависимостей между состоянием среды и здоровьем. С позиций концепции территориальной системы, представляющей собой объект гигиенических исследований, структуру таких систем в постиндустриальный период составляет взаимодействие трёх основных подсистем – техногенной (сохранившаяся производственная инфраструктура), природной и населения. Основными элементами природно-технических систем являются технические, природные и природно-техногенные объекты. В процессе постепенного возврата техногенной среды обитания («второй природы») к своему естественному состоянию, природно-техногенные объекты приобретают значение источников загрязнения среды обитания и рисков здоровья населения. Геохими-

ческая концепция парогазового выноса специфичных форм токсичных продуктов из объектов размещения сульфидсодержащих отходов фиксирует механизм образования атмосферических аномалий. При этом наибольшую опасность для среды обитания и здоровья населения представляют соединения серы, выделяющиеся в атмосферу в составе сложных парогазовых смесей.

Исследование фактического загрязнения приземного слоя атмосферы в районах двух выведенных из эксплуатации хвостохранилищ предприятий по переработке сульфидных руд показало, что опасность для здоровья населения представляют двухкомпонентные смеси ДМСО и ДМС и трёхкомпонентные смеси ДМСО, ДМС и CS_2 , между содержанием которых в приземном слое атмосферы на разных расстояниях от источников выявлены значимые положительные корреляции [8]. Теоретический анализ литературы показал, что ингаляционное воздействие соединений серы вызывает развитие большого спектра вредных эффектов. Вместе с тем, сведения, касающиеся характера комбинированного действия смесей ДМСО, ДМС и CS_2 , отсутствуют. В этой связи в технологию гигиенической диагностики аэрогенного химического фактора включено исследование комбинированного токсического действия выделенных двух- и трёхкомпонентных смесей ДМСО и ДМС, ДМСО, ДМС и CS_2 в экспериментах на животных.

По результатам проведенного 28-дневного подострого опыта, на 14-й день экспозиции смесью ДМСО и ДМС в концентрациях соответственно $0,741 \pm 0,099$ мг/м³ и $0,674 \pm 0,037$ мг/м³ у крыс-самцов линии Wistar обнаружено достоверное снижение возбудимости центральной нервной системы (ЦНС) и горизонтальной двигательной активности, являющееся признаком развития нейротоксического эффекта. Сопоставление указанных концентраций со справочными сведениями о порогах хронического действия ДМСО и ДМС, представленных на уровнях соответственно 120 мг/м³ и 26 мг/м³ [9,10,11,12] указывает на более чем аддитивное действие компонентов испытываемой смеси. Более низкие уровни экспозиции 2-й, 3-й и 4-й смесей ДМСО и ДМС в этот срок обследования животных не достигали порога нейротоксического действия. На 28-й день подострого опыта установлено достоверное снижение величин горизонтальной двигательной активности т(ГДА) у животных 1-й, 2-й и 3-й опытных групп, подвергавшихся экспозиции смесей ДМСО и ДМС в средних концентрациях соответственно $0,398 \pm 0,201$ и $0,230 \pm 0,025$ мг/м³, $0,610 \pm 0,052$ и $0,086 \pm 0,037$ мг/м³. Поскольку выявленные изменения величин ГДА во 2-й и 3-й опытных группах статистически значимо отличаются от параллельного контроля и выходят за пределы физиологических колебаний среднegrупповых значений показателя данной серии контрольных животных, это является общепринятым признаком минимально действующего уровня [10]. Логичным объяснением снижения на 28-й день экспозиции порога подострого действия двухкомпонентных смесей является феномен функциональной кумуляции ДМСО и ДМС, который выразился в накоплении нейротоксического эффекта. Это

сопровождалось тенденцией к усилению катаболизма аминокислот и белков, маркерами которого служит увеличение соотношения АСТ/АЛТ и содержания в крови мочевины. В этом контексте суммарная концентрации ДМСО и ДМС, приближающаяся к 7 величинам их ПДК/ОБУВ в атмосферном воздухе, может рассматриваться в качестве предварительной оценки порога хронического действия целевых двухкомпонентных смесей. Следовательно, при фактическом и прогнозном уровнях загрязнения атмосферного воздуха горнопромышленных районов смесью ДМСО и ДМС, суммарная концентрация которых превышает примерно в 7 раз их нормативные уровни, необходимо проведение исследования причинно-следственных связей между состоянием здоровья детского населения и воздействием аэрогенного химического фактора.

По результатам изучения комбинированного токсичного действия ДМСО, ДМС и CS_2 в 45-дневном субхроническом опыте на крысах-самцах линии Wistar, кинетика нейротоксического эффекта воздействия среднего (соответственно, $2,614 \pm 0,15$, $3,108 \pm 0,24$ и $0,317 \pm 0,04$ мг/м³) и высокого (соответственно, $13,718 \pm 0,77$, $21,415 \pm 0,75$ и $2,016 \pm 0,14$ мг/м³) уровней концентраций ДМСО, ДМС и CS_2 в целевых смесях отображается в виде двухфазного процесса, характеризующегося минимумами показателя возбудимости ЦНС на 14 и 45-й дни и максимумом на 30-й день, что обусловлено последовательной сменой фаз первичной декомпенсации, компенсации и вторичной декомпенсации подострой интоксикации [13]. Вместе с тем, при ингаляционном воздействии относительно низкого уровня концентраций ДМСО, ДМС и CS_2 в целевой смеси (соответственно, $0,359 \pm 0,05$, $0,379 \pm 0,040$ и $0,058 \pm 0,01$ мг/м³), снижение возбудимости ЦНС, достоверное по отношению к уровню контроля, возникает только на 45-й день. Переход токсического процесса в стадию декомпенсации на 45-й день экспозиции, после продолжительного скрытого периода, указывает на накопление структурно-функциональных отклонений [13]. В этой связи установленные в 1-й опытной группе на 14-й день эксперимента изменения величин ГДА и ВДА, статистически значимо ($p < 0,05$) отличающиеся от значений в параллельном контроле, оправданно принимать за критериальные при определении порога нейротоксического действия трёхкомпонентных смесей ДМСО, ДМС и CS_2 . Диагностика комбинированного токсического действия ДМСО, ДМС и CS_2 в составе исследованных смесей подтверждает более чем аддитивное действие компонентов. Кроме маркеров нейротоксического действия, дополнительным критерием оценки порога подострого действия смесей ДМСО, ДМС и CS_2 являются неспецифические ответные реакции организма, к которым относятся компенсаторно-приспособительные реакции в системе крови и усиление катаболических процессов.

Идентифицированная опасность аэрогенного комбинированного действия ДМСО, ДМС и CS_2 потребовала решения вопроса диагностики заболеваемости детского населения, проживающего в ореолах загрязнения [14].

По результатам изучения данных обращаемости за медицинской помощью и медицинских осмотров детей, получены данные об уровне, характере и структуре исчерпанной заболеваемости детей различных возрастных групп, проживающих в горнопромышленном районе, определены болезни риска и группы риска. Установлено, что повышенный риск распространения других нарушений церебрального статуса у новорожденных, проживающих в радиусе 1000 м от границ сульфидсодержащего отвала, могут служить проявлением экологически зависимой патологии. При графическом отображении показателей сравниваемых районов диагностируется смещение (фазовый сдвиг) максимумов и минимумов величин показателей исчерпанной заболеваемости болезнями нервной системы в группах детей, проживающих в радиусе до 1000 м и более 1000 м от сульфидсодержащего отвала. Сходный сдвиг наблюдается при графическом отображении минимумов и максимумов распространённости психических и поведенческих расстройств в сравниваемых группах с возрастом детей, что может иметь диагностическое значение [15]. Это позволяет использовать полученные зависимости для прогнозирования уровня исчерпанной заболеваемости при изменении условий окружающей среды.

Таким образом, методологический этап технологии заключается в формулировке проблемы, обосновании цели, основных задач, объекта и предмета исследования, построении рабочей гипотезы. На этом этапе осуществляется выбор методов исследования, максимально отвечающим задачам отдельных этапов и прогнозируется потенциальный эффект от реализации новых знаний. Эмпирический этап включает получение и обработку исходных данных, накопление фактологической информации об исследуемых объектах (путём измерения), классификацию и систематизацию новых знаний (оценочная информация в виде таблиц, графиков и пр.) и исчисление взаимной обусловленности. Этап моделирования охватывает постановку задач, выбор создание и апробацию моделей, их исследование и перенос знания с модели на объект (вероятностная информация). Для решения задач, направленных на достижение цели, использовались натурное моделирование, эксперименты на животных и математическое моделирование. На конструктивном этапе определяются формы практической реализации информационного пакета как конечного результата применения системной технологии, вырабатываются прогнозная гипотеза, принципы управления гигиенической ситуацией и санитарно-гигиенические меры, направленные на оптимизацию качества среды обитания и улучшение состояния здоровья детского населения.

Для получения информации, характеризующей состояние взаимосвязанных подсистем, применялись аналитический и прогнозный типы исследований. В частности, параметры техногенной среды исследовали с помощью методов газовой съёмки объектов размещения сульфидсодержащих отходов и натурного моделирования эмиссии соединений серы. Характеристика природной среды предусматривала изучение влияния природных

факторов (климатических, воздушных, рельеф местности) на процессы поступления и рассеивания в атмосферном воздухе соединений серы. Информация о фактическом загрязнении приземного слоя атмосферы, получаемая в ходе подфакельных наблюдений, интегрировалась с прогнозной информацией о трендах распределения приоритетных загрязнителей и опасности их комбинированного воздействия на население. Информация о подсистеме «Население» интегрировала данные обращаемости за медицинской помощью и медицинских осмотров детей, проживающих в ореолах загрязнения, моделирования пространственных и временных закономерностей изменения уровней заболеваемости и экспериментальных исследований по изучению характера изолированного и комбинированного действия основных загрязнителей. Это создает возможности для эффективной реализации пакета медико-профилактических технологий управления рисками здоровьем населения.

Таким образом, применительно к постиндустриальному периоду развития горнодобывающих регионов на основе применения совокупности технологий, обладающей системными свойствами, сформирован информационный пакет, создающий новые возможности для эффективного планирования и управления гигиенической ситуацией, обеспечивающий устранение аэрогенных рисков для здоровья населения.

Библиографический список

1. Новикова И.И. Моделирование последствий воздействия объектов размещения отходов переработки сульфидных руд на окружающую среду и здоровье населения / И.И. Новикова, А.С. Огулов, Е.В. Семёнова, Н.Ф. Чуенко, М.В. Бессонова // Самарский научный вестник. – 2023. – Т.12.–№3.– С. 98– 104.
2. Зенкевич М. Ю. Управляемая природно-техническая система как основа альтернативной стратегии охраны окружающей среды. / М. Ю. Зенкевич, В. Е. Прокофьев, К. В. Янович // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 2. – С. 131– 139.
3. Суздалева А.Л. Управляемые природно-технические системы энергетических и иных объектов как основа обеспечения техногенной безопасности и охраны окружающей среды. / А.Л. Суздалева // – М.: «ИД ЭНЕРГИЯ», 2015. – 160 с.
4. Bortnikova S., Mechanisms of low-temperature vapor-gas streams formation from sulfide mine waste /Bortnikova S., Yurkevich N., Devyatova A., Saeva O., Shuvaeva O., Makas A., Troshkov M., Abrosimova N., Kirillov M., Korneeva T., Kremleva T., Fefilov N., Shigabaeva G. // Science of the Total Environment. – 2019. – Vol. 647, – P. 411– 419.
5. Bortnikova S., Abrosimova N., Yurkevich N., Zvereva V., Devyatova A., Gaskova O., Saeva O., Korneeva T., Shuvaeva O., PalChik N., Chernukhin V., Reutsky A. Gas transfer of metals during the destruction of efflorescent sulfates from the belovo plant sulfide slag, russia/ Bortnikova S., Abrosimova N., Yurkevich N., Zvereva V., Devyatova A., Gaskova O., Saeva O., Korneeva T., Shuvaeva O., PalChik N., Chernukhin V., Reutsky A. // Minerals. – 2019. – Т. 9. – № 6.
6. Nordstrom D. K. 11 Special Publications 10/ Nordstrom D. K. //, Soil Science Society of America. Madison. –1982. Vol. W1. –P. 37– 56.
7. Огулов А.С., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Козырева Ф.У., Бокарева Н.А. Гигиеническая оценка атмосферной миграции серы, содержащейся в отходах переработки руд цветных и благородных металлов/ А.С. Огулов, И.И. Новикова, Н.Ф. Чуенко,

Ф.У. Козырева, Н.А. Бокарева // Медицина труда и промышленная экология. – 2024. – Т. 64. – № 5. – С. 347– 352.

8. Огудов А.С., Новикова И.И., Семенова Е.В. Гигиеническое изучение и прогноз загрязнения атмосферного воздуха соединениями серы в районах размещения сульфидсодержащих хвостохранилищ / А.С. Огудов, И.И. Новикова, Е.В. Семенова // Санитарный врач. – 2023. – №12. – С. 806– 816.

9. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд.7-е, пер. и доп. В трех томах. Том III. Неорганические и элементарорганические соединения. Под ред. Н.В. Лазарева., И.Д. Гадаскиной. Л.: Химия, 1977. 608 с.

10. Паспорт безопасности № 0728. Диметилсульфоксид, ROTISOLV® HPLC. Версия: GHS 4.0 ru. 05.05.2021.15 с.

11. Паспорт безопасности № 23PK. Диметилсульфид, Carl Roth GmbH + Co. Версия: GHS 2.0 ru. 02.03.2024.16 с.

12. Мещакова Н.М., Бенеманский В.В. Оценка биологического действия диметилдисульфида с учетом специфических отдаленных эффектов // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – Т. 2. – № 40. – С. 209-212.

13. Голиков С.Н., Саноцкий И.В., Тиунов Л.А. Общие механизмы токсического действия. Ленинград: Медицина, 1986. – 280 с.

14. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. – М.: 2017. – 68 с.

15. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. – Москва: Медицина, 1979. – 160 с.

Сведения об авторе.

Огудов Александр Степанович - E-mail: ogudov.tox@yandex.ru. Заведующий отдела токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8242-0321>

ПАЦИЕНТОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ И ВЕРИФИКАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ

***Песков С.А.^{1,2}, Бравве Ю.И.^{1,2}, Домрачева Е.В.¹, Байкалов И.О.¹,
Масленников А.Б.¹, Потеряева Е.Л.^{2,3}, Смирнова Е.Л.², Никифорова Н.Г.²***

¹ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», г. Новосибирск
²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Новосибирск

³ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск

Производственно обусловленная заболеваемость превышает таковую в профессиональных группах, не подвергающихся воздействию вредных факторов. Производственно обусловленные заболевания полиэтиологичны по своей природе, в возникновении которых производственные факторы вносят определенный вклад. Для активного управления (первичной профилактики) риском развития ПОЗ в условиях пылеопасного производства разрабатываются технологии оценки персонифицированного риска и система первичной профилактики заболеваний. Пациентоцентрический комплексный подход с учетом верификации соматической патологии позволяет выработать научно обоснованные технологии профилактики для снижения риска развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: Производственно обусловленные заболевания, эколого-производственные факторы, нанопатология, прогрессирующая трудонедостаточность, ранняя верификация, соматическая патология, диспансеризация, мониторинг, производственно-профессиональный риск, углубленное обследование, система первичной профилактики, многопрофильные и многоуровневые клинические больницы, пациентоцентрический подход.

PATIENT-CENTERED APPROACH IN THE PREVENTION AND VERIFICATION OF OCCUPATIONAL AND OCCUPATIONAL-RELATED PATHOLOGY

***Peskov S.A.^{1,2}, Bravve Yu.I.^{1,2}, Domracheva E.V.¹, Baykalov I.O.¹,
Maslennikov A.B.¹, Poteryaeva E.L.^{2,3}, Smirnova E.L.², Nikiforova N.G.²***

¹State Budgetary Healthcare Institution of the Novosibirsk region
"City Clinical Hospital №1", Novosibirsk

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Medical University" of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Novosibirsk

³Federal Budgetary Institution "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" of
Rosпотребнадзор, Novosibirsk

Occupational-related morbidity exceeds that in occupational groups that are not exposed to harmful factors. Production-related diseases are polyethological in nature, in the oc-

currence of which production factors make a certain contribution. Technologies for assessing personalized risk and a system for primary disease prevention are being developed for active management (primary prevention) of the risk of POS in dust-prone production. The patient-centered integrated approach, taking into account the verification of somatic pathology, makes it possible to develop scientifically based prevention technologies to reduce the risk of developing occupational and production-related diseases.

Keywords: Occupational diseases, environmental and industrial factors, nanopathology, progressive labor sufficiency, early verification, somatic pathology, medical examination, monitoring, occupational risk, in-depth examination, primary prevention system, multidisciplinary and multilevel clinical hospitals, patient-centered approach.

Демографическая политика Российской Федерации направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращение уровня смертности, рост рождаемости, сохранение и укрепление здоровья населения, улучшение на этой основе демографической ситуации в стране. Российская экономика в 2024 году росла высокими темпами, за год ВВП вырос на 4,1%, что больше на 0,2% того, что было в официальных прогнозах. На 20,5% вырос машиностроительный комплекс. Премьер-министр России Михаил Мишустин 7 февраля 2025 года доложил президенту РФ Владимиру Путину, что ВВП страны достиг исторического максимума и составил рекордные 200 трлн рублей. Он отметил, что в сфере обрабатывающей промышленности доля добавленной стоимости существенно больше, чем при простой продаже сырья. По его словам, это подтверждает тенденцию к технологическому развитию российской экономики (07.02.2025).

Как известно, неудовлетворительные условия труда и неблагоприятные эколого-производственные факторы являются основной причиной профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний (ПОЗ) [1,2,4,8,10]. Производственно-обусловленная заболеваемость — это повышение уровня заболеваемости и распространенности общих (не относящихся к профессиональным) социально значимых заболеваний различной этиологии (мультифакторных), имеющих тенденцию к усилению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда [1,4,8]. Производственно-обусловленная заболеваемость превышает таковую в профессиональных группах, не подвергающихся воздействию вредных факторов [7]. Производственно-обусловленные заболевания - группа болезней, полиэтиологических по своей природе, в возникновении которых производственные факторы вносят определенный вклад [1,4,11].

Эколого-производственные факторы: вибрация, шум, тяжелые условия труда, психоэмоциональное напряжение, химический фактор, радиационный фактор, неблагоприятный микроклимат, пыль (содержащая кремний, хром, железо, алюминий, магний и др.). В промышленных аэрозолях часто присутствуют наночастицы (НЧ) металлов. Более того, поскольку размер НЧ сравним с размерами биополимеров, они могут влиять на сигнальную систему клетки, связываться с нуклеиновыми кислотами, белками, встраиваться в мембраны, проникать в клеточные органеллы и тем самым изменять функции биоструктур. На сегодняшний день в мировой литерату-

ре уже накоплено много информации о том, что НЧ металлов, попадая в организм человека, могут вызвать патогномичную патологию – «нанопатологию» [1,4,6,9].

Для производственно-обусловленной патологии характерны: большая распространенность; недостаточная изученность количественных и качественных показателей условий труда, определяющих развитие болезней; значительные социальные последствия - негативное влияние на демографические показатели (смертность, продолжительность жизни, частые и длительные заболевания с временной утратой трудоспособности). К ПОЗ относятся заболевания сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, болезни сосудов головного мозга), нервно-психические заболевания типа невроза, болезни опорно-двигательного аппарата (например, пояснично-крестцовый радикулит, артропатии), ряд заболеваний органов дыхания, онкологическая патология различной локализации и др. [1,4, 5,10].

Анализ состояния здоровья трудоспособного населения России свидетельствует о его существенном ухудшении. По данным общероссийского мониторинга условий и охраны труда удельный вес работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов в Новосибирской области составляет 46,3-47,6%, что существенно выше среднего показателя по РФ, причем, значительное количество работающих в неудовлетворительных условиях труда заняты на предприятиях обрабатывающих отраслей. За последние годы в Новосибирской области и городе отмечается существенный рост заболеваемости распространенными социально значимыми неинфекционными заболеваниями, прежде всего, сердечно-сосудистой системы, особенно у лиц трудоспособного возраста. Например, отмечается высокая частота кардиоваскулярной патологии среди лиц, работающих в условиях повышенной запыленности. Основной ресурс предприятий - кадры, поэтому прогнозирование рисков, выявление патологических изменений в организме на ранних стадиях должны стать приоритетной задачей по сохранению здоровья и трудоспособности персонала предприятий [1,4,7,8].

Одной из стратегических угроз национальной безопасности в области экономики является прогрессирующая трудонедостаточность. Прогрессирующая трудонедостаточность и ухудшение здоровья экономически активного населения являются значимым препятствием на пути модернизации регионов России. Особая тревога в связи со значительными экономическими потерями вызвана высокими показателями сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности среди лиц трудоспособного возраста в РФ.

Огромное значение для обеспечения профессионального и соматического здоровья имеют условия труда работников. В этой связи особую актуальность приобретает модернизация медико-профилактической помощи работающему населению, в том числе изучение общесоматической заболеваемости, развитие и прогрессирование которой связано или усугубляется влиянием неблагоприятных производственных факторов. При этом особен-

но важное значение придается внедрению инновационных технологий, связанных с ранней верификацией ПОЗ, оценкой, прогнозированием и управлением риском для здоровья работающего населения [1,2,4,8].

Охрана здоровья трудовых ресурсов страны в целом и отдельных регионов - одна из важнейших медико-социальных задач системы здравоохранения. Улучшение качества медицинской помощи обозначается как одна из стратегических задач, поставленных Президентом России в Посланиях Федеральному собранию в 2004, 2005 и 2013 гг.; что также закреплено на уровне федерального законодательства в Федеральном законе № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [3]. Укрепление и сохранение здоровья работающего населения страны должно быть стратегической целью при проведении социальных и экономических реформ, импортозамещения и одним из критериев их эффективности.

Нарастающие негативные тенденции в состоянии здоровья населения, в частности, работников пылеопасного производства, определили необходимость разработки системного подхода к развитию первичной профилактики болезней, прежде всего хронических неинфекционных заболеваний (кардиоваскулярных и др.). В проблеме прогнозирования заболеваний, обусловленных производственным воздействием пыли, на современном этапе возникает ряд вопросов теоретического и практического плана, интегрирующих задачи гигиены труда, профессиональной и общей клиник. Пылевой фактор является «хроническим» стрессором для противодействия, которому организм мобилизует все системы с целью формирования адаптации [1,4]. Для активного управления (первичной профилактики) риском развития ПОЗ в условиях пылеопасного производства нами (на базе ГБУЗ НСО «ГКБ №1») при взаимодействии с областным Центром профпатологии Новосибирской области разрабатываются технологии оценки персонифицированного риска и система первичной профилактики заболеваний [1,4,12,13]. Разрабатываемая система, помимо оптимизации предварительных и периодических медицинских осмотров, включает следующие основные элементы:

- оценка производственно-профессионального риска здоровья работающих;
- оценка риска индивидуального здоровья работающего человека;
- информационно-аналитический анализ заболеваемости и распространенности заболеваний, в частности, социально значимых хронических соматических заболеваний;
- функционально-организационное обеспечение первичной профилактики заболеваний в амбулаторно-поликлиническом звене системы здравоохранения;
- комплексная оценка эффективности первичной профилактики заболеваний работников пылеопасных производств;
- углубленное обследование (мониторинг) работающих в условиях многопрофильного и многоуровневого стационара с целью ранней верификации социально значимых хронических соматических заболеваний.

В основе технологии оценки персонифицированного риска лежит новый пациентоцентрический подход в виде способа «упреждающего» профилактического выявления лиц наиболее подверженных воздействию пылевого фактора в процессе трудовой деятельности. Определяющим в оценке индивидуального риска является использование на этапе предварительных и периодических медицинских осмотров комплекса биологических критериев и маркеров (информативных и достоверных): генетических, иммунологических, гормональных и метаболических. По нашему мнению, крупные многопрофильные и многоуровневые клинические больницы могут стать основой системы эффективного междисциплинарного медицинского мониторинга и персонифицированной экспертной оценки профессиональной пригодности, как наиболее организационно и экономически целесообразное звено, реально обеспечивающее уже сегодня доступность и комплексность разноплановой высокотехнологичной диагностики (особенно клиничко-лабораторной) при получении персонифицированных медико-биологических критериев оценки, прогнозирования и мониторинга здоровья трудоспособного населения.

Пациентоцентрический комплексный подход с учетом верификации соматической патологии позволяет выработать научно обоснованные технологии профилактики для снижения риска развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний.

Библиографический список

1. Андриенко Л.А. Патогенетическое обоснование риска развития профессиональных заболеваний легких при воздействии пылевого фактора: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Андриенко Людмила Алексеевна. – Новосибирск, 2014. –24 с.
2. Зайцева Н.В., Лебедева-Несевря Н.А., Плотникова Е.Б., Германов И.А. Оценка и прогноз потерь здоровья трудоспособного населения: риски и проблемы на пути модернизации российских регионов. // Медицина труда и промышленная экология. 2015;(12):1-6.
3. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», ст. 71 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, № 8, ст. 6724; 2013, № 27, ст. 3477).
4. Песков С.А. Факторы индивидуального риска развития висцеропатий при воздействии промышленных пылевых аэрозолей в условиях современного производства // Автореф. дис. ... д.м.н. : Новосибирск, 2006. 49 с.
5. Постникова Т.А., Доронин Б.М., Песков С.А. Диагностическая значимость уровней IL-8 и IL-6 в сыворотке крови как предикторов геморрагической трансформации ишемического инсульта // Нейроиммунология. - 2011. - № 3-4. - С. 128.
6. Потеряева Е.Л., Смирнова Е.Л., Максимов В.Н., Колесник К.Н., Никифорова Н.Г., Песков С.А. Роль индивидуальных факторов риска в формировании особенностей течения основных форм профессиональных заболеваний в послеконтактном периоде // Сибирский научный медицинский журнал, 2017. №1. С.41-46.
7. Бравве Ю.И., Томчук А.Л., Бабенко А.И. Проблемы организации диагностики заболеваний у населения (по материалам социологического исследования) // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2011. – № 1. – С. 27-28.

8. Бравве Ю.И., Томчук А.Л., Бабенко А.И., Иванинский О.И. Диагностика распространенности патологии среди населения как элемент планирования стратегии здравоохранения // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2019. – № 5. – С. 25-26.

9. Михеенко Т.В., Масленников А.Б., Бравве Ю.И. Воздействие радиации как фактор риска развития отдаленных медико-генетических последствий // Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике: Сб. науч. тр. / Под ред. А.Б. Масленникова.- Вып. 14.- Новосибирск: АртЛайн, 2010.- С. 156-159.

10. Михеенко Т.В., Домрачева Е.В., Байкалов И.О., Песков С.А. Актуальность медицинского мониторинга за состоянием здоровья ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Актуальные проблемы деятельности консультативно-диагностических центров / Материалы ежегодной конференции ДиаМА. Воронеж, 2020 г. С. 111-113.

11. Мустафина С.В., Винтер Д.А., Рымар О.Д., Щербакова Л.В., Сазонова О.В., Малютин С.К. Кардиометаболические факторы риска у лиц с ожирением и риск развития сахарного диабета 2 типа в 12-летнем проспективном исследовании // Атеросклероз. – 2021. – Т. 17. – № 1. – С. 52-61.

12. Дорн О.Ю. Биохимические и иммунологические факторы патогенеза гастропатий у больных хронической пылевой патологией легких: : автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Дорн Ольга Юрьевна. – Новосибирск, 2007. – 23 с.

13. Цикаленко Е.А. Патогенетические факторы, способствующие развитию нефропатии у лиц, контактных с пылевыми аэрозолями: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Цикаленко Елена Александровна. – Новосибирск, 2010. – 23 с.

Сведения об авторах.

Песков Сергей Александрович - д-р мед. наук, профессор, заведующий службой ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», профессор кафедры гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, sapeskov@mail.ru

Бравве Юрий Иосифович - д-р мед. наук, профессор, главный врач ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», заведующий кафедрой организации здравоохранения и общественного здоровья ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, gkb1@nso.ru

Домрачева Елена Васильевна - канд. мед. наук, заместитель главного врача по медицинской части ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», domracheva505@mail.ru

Байкалов Игорь Олегович - заместитель главного врача по консультативно-диагностической части ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», i.o.baykalov@mail.ru

Масленников Аркадий Борисович - канд. мед. наук, чл.-корр. РАЕН, заведующий научно-практической лабораторией ДНК-диагностики ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», mab2000@mail.ru

Потеряева Елена Леонидовна - д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, главный научный сотрудник ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, sovmedin@yandex.ru

Смирнова Елена Леонидовна - д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, mkb-2@yandex.ru

Никифорова Наталья Германовна - д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены и экологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, emelen1@yandex.ru

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ НЕКОТОРЫХ ТИПОГРАФСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ОМСКОМ РЕГИОНЕ

Плотникова О.В., Усатов А.Н., Родькин В.П.

*Омский государственный медицинский
университет Минздрава России, г. Омск*

Работа посвящена изучению условий труда работников двух типографских производств. Цель: оценка условий труда работников данных предприятий и разработка рекомендаций по его оптимизации. Материалы и методы: комплект карт специальной оценки условий труда, гигиенические. Результаты: Производственные факторы, кроме тяжести и напряженности трудового процесса (ООО «Полиграф») соответствовали гигиеническим требованиям. Заключение. Факторы производственной среды изучаемых предприятий могут оказывать неблагоприятное действие на организм работников.

Ключевые слова: условия труда, полиграфические производства, профилактические мероприятия.

HYGIENIC ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF EMPLOYEES OF SOME PRINTING PLANTS IN THE OMSK REGION

Plotnikova O.V., Usatov A.N., Rodkin V.P.

Omsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Omsk

The work is devoted to the study of the working conditions of employees of two printing industries. Objective: to assess the working conditions of employees of these enterprises and develop recommendations for its optimization. Materials and methods: a set of special assessment cards for working conditions, hygienic. Results: Production factors, except for the severity and intensity of the labor process (Polygraph LLC), met hygienic requirements. Conclusion. The factors of the production environment of the studied enterprises can have an adverse effect on the body of employees.

Keywords: working conditions, printing production, preventive measures.

Введение. Трудовой процесс работников основных профессий предприятия по изготовлению полиграфической продукции зачастую протекает в неблагоприятных производственных условиях, характеризующихся сочетанным воздействием ряда вредных и опасных производственных факторов, которые могут способствовать возникновению у них профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. Об этом свидетельствуют работы [1-4]. В настоящее время в научной литературе вопросы в сфере гигиенической оценки условий труда, работающих на предприятиях по изготовлению полиграфической продукции, практически отсутствуют. В Омском регионе аналогичные работы не проводились. В этой связи оп-

ределенный интерес представляло изучение условий труда работников типографских производств.

Численность персонала: 62 сотрудника в ООО «Полиграф» и 86 работников в ООО «Ламинпак», в том числе 75,7 % мужчин и 24,3 % женщин. Количество рабочих мест - 107.

Изученные предприятия производят продукцию на основе флексографского, офсетного и трафаретного способов печати. На основе флексографского способа печати производятся этикетки и разнообразная гибкая упаковка. На основе офсетного способа печати производятся бумажные и самоклеющиеся этикетки, журналы, книги, проспекты, картонная упаковка.

Цель исследования: оценка условий труда работников предприятий по изготовлению полиграфической продукции и разработка рекомендаций по его оптимизации.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка условий труда и трудового процесса работающих осуществлялась путем анализа материалов, предоставленных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области», данных специальной оценки условий труда, проведенных ООО «МИ-Транс». Этими аккредитованными экспертными организациями при проведении лабораторно-инструментальных исследований использовались единые методики исследований факторов производственной среды. При этом оценивались условия труда работающих по результатам исследований: определение микроклиматических условий производственной среды (температуры, относительной влажности воздуха, скорости его движения (54 измерения)); измерение искусственной освещенности, коэффициента пульсации (86 измерений); измерение параметров шума (36 измерений); определение концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны (68 проб). Тяжесть и напряженность трудового процесса изучена у 72 работников. Класс условий труда устанавливали согласно¹. Основными профессиями являются: оператор выводного устройства (6 рабочих мест); печатник плоской печати (19 рабочих мест); машинист резательных машин (9 рабочих мест); контролёр полуфабрикатов и готовой продукции (8 рабочих мест); машинист вырубально-упаковочного агрегата (22 рабочих места); печатник флексографической печати (25 рабочих мест); машинист упаковочных машин (14 рабочих мест).

Оценка уровня загрязнения воздуха рабочей зоны проводилась по среднесменным концентрациям, рассчитанным как средневзвешенные во времени, с учетом длительности и степени загрязнения воздуха при выполнении основных производственных операций и времени пребывания в различных производственных помещениях². Измерение параметров микро-

¹ Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05. Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. - М., 2005.

² Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов сре-

климата, уровней звука, освещения проводили по общепринятым методикам^{3,4, 5, 6, 7, 8} поверенной аппаратурой, предназначенной для измерения данных факторов (анализатор шума и вибрации Ассистент, ТКА-ПКМ, метеоскоп-м). Оценку полученных результатов химических факторов проводили согласно². Доза шума за рабочую смену рассчитывалась согласно методическим рекомендациям⁸, температура на рабочих местах, определялась по формуле, приведенной в СанПиН².

Результаты. Микроклиматические условия на всех рабочих местах закрытых помещений в теплый период года не превышали допустимых значений². Искусственная освещенность на всех рабочих местах основных профессий соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685-21.

Производственный шум на рабочих местах оценивались при сравнении данных эквивалентных уровней с ПДУ. Эквивалентный уровень шума находился в пределах 62-79 дБА. и не превышал допустимые значения.

Среднесменные концентрации углерода оксида, пропан-2-ола, этилацетата, ацетальдегида, формальдегида, ацетона, пыли бумажной в воздухе рабочей зоны сотрудников ООО «Ламинпак» и ООО «Полиграф» находились в пределах ПДК, класс условий труда 2 (допустимый) - таблица.

Таблица - Химические вещества в воздухе рабочей зоны

Химические вещества	Фактические концентрации, мг/м ³	ПДК, мг/м ³ /	Класс условий труда
Ацетальдегид	Менее 0,05	5	2
Формальдегид	Менее 0,02	0,5	2
Ацетон	Менее 0,05	200	2
Пропан-2-ол	0,91-1,8	10	2
Этилацетат	6,27-10,2	50	2
Углерода оксид	2,4-3,6	20	2
Пыль бумажная	1,4-3,2	6	2

ды обитания».

³ ГОСТ 12. 1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

⁴ МУК 4.3.2756-10 «Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений».

⁵ ГОСТ Р ИСО 9612-2016 «Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах».

⁶ ГОСТ Р 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности».

⁷ МУК 4.3.2812-10. «Методы контроля. Физические факторы. Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест» [МООК 4.3.2812-10.

⁸ Методические рекомендации по дозной оценке производственных шумов (№ 2908-82).

В ООО «Полиграф» по тяжести трудового процесса на рабочих местах печатников плоской печати класс условий труда 3.1, машинистов резательных машин - класс условий труда 3.2.

Напряженность труда на рабочем месте директора ООО «Полиграф» соответствует классу условий труда 3.1.

Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что у 100 % работающих ООО «Ламинпак» класс условий труда 2 (допустимый). ООО «Полиграф» у 79,5 % работающих класс условий труда 2 (допустимый), у 13% работающих класс условий труда 3.1 (вредный 1 степени), у 7,5 % работающих класс условий труда 3.2 (вредный 2 степени).

Обсуждение. Проведенное нами исследование по оценке условий труда работников ООО «Ламинпак» и ООО «Полиграф» свидетельствует о том, что изучаемые факторы (микроклиматические условия производственной среды, освещённость) соответствуют нормативным значениям. Класс условий труда 2 (допустимый). Среднесменные концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны находились в пределах ПДК, класс условий труда 2 (допустимый).

Результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о том, что у 100 % работающих ООО «Ламинпак» класс условий труда 2 (допустимый). ООО «Полиграф» у 79,5 % работающих класс условий труда 2 (допустимый), у 13% работающих класс условий труда 3.1 (вредный 1 степени), у 7,5 % работающих класс условий труда 3.2 (вредный 2 степени).

Проведенная оценка тяжести и напряженности труда показала, что на рабочих местах печатников плоской печати и машинистов резательных машин ООО «Полиграф» имеет место вредное воздействие такого фактора трудового процесса, как тяжесть труда (класс условий труда 3.1 и 3.2 соответственно). Напряженность труда на рабочем месте директора ООО «Полиграф» соответствует классу условий труда 3.1. На остальных рабочих местах по тяжести и напряженности труда класс условий труда 2 (допустимый).

Заключение. Факторы производственной среды изучаемых предприятий могут оказывать неблагоприятное действие на организм работников.

Наличие объективной информации об условиях труда с учетом наших рекомендаций позволит работодателю сохранить и укрепить здоровье работников.

В целях улучшения условий труда сотрудников предприятий по изготовлению полиграфической продукции изучаемых предприятий необходимо выполнение следующих мероприятий:

- в ООО «Полиграф» для уменьшения вредного воздействия такого фактора трудового процесса как тяжесть труда у печатников плоской печати, машинистов резательных машин необходимо проводить им после работы гимнастические упражнения, направленные на расслабление мышц. Печатникам флексографской печати, для которых характерен труд с региональной мышечной нагрузкой, необходимы упражнения на растягивание и рас-

слабление наиболее нагруженных мышц плечевого пояса и ног, увеличение подвижности суставов в сочетании с приемами самомассажа рук и ног.

Библиографический список

1. Куренкова Г.В., Гигиена труда и анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающих в полиграфическом производстве / Г.В. Куренкова, В.Е. Данилина, Е.П. Лемешевская, С.Н. Пархоменко // Сибирский медицинский журнал. Иркутск. 2002.-Т.35, № 6. - С.78-80.

2. Пархоменко С.Н. Состояние условий труда и заболеваемости работников полиграфических предприятий г. Иркутска / Пархоменко С.Н., Куренкова Г.В., Кулакова В.Е. // Сборник статей научно-практической конференции, посвящённой 75-летию медико-профилактического факультета Иркутского государственного медицинского университета Иркутский государственный медицинский университет. Иркутск. 2005-С. 72-75.

3. Новохатская Э.А. Условия труда и экологические проблемы на полиграфических предприятиях / Э.А. Новохатская // Учёные записки Российского государственного социального университета. Москва. 2011. -№ 4. - С.240-245.

4. Родькин В.П., Гигиеническая оценка условий труда и здоровье работников некоторых омских типографских производств / В.П. Родькин, А.Н. Усатов, Е.А. Боровенская, М.А. Ерченко, Е.А. Мусихина, Я.А. Стародубцева // Медицинский альманах. Нижний Новгород-2017.- № 4.-С.166-169.

Сведения об авторах.

Плотникова Ольга Владимировна – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой гигиены труда, профпатологии, Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия, ORCID 6440: 0000-0002-0696-3516, E-mail: oplot1771@gmail.com

Усатов Алексей Николаевич - к.м.н., доцент кафедры гигиены труда, профпатологии, Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия, ORCID 0000-0002-0668-1500, E-mail: usatovan55@list.ru

Родькин Виктор Петрович - д.м.н., профессор, профессор кафедры гигиены труда, профпатологии, Омский государственный медицинский университет, Омск, Россия, ORCID: 0000-0003-4090-5341, E-mail: rodkinvp@gmail.com

ПИЩЕВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ФЕДЕРАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Портнов Н.М.¹, Горелова Ж.Ю.²

*ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»
Минпросвещения России (Федеральный центр мониторинга
питания обучающихся), г. Москва*

*ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский
центр здоровья детей» Минздрава России, г. Москва*

С 2021 года мониторинг питания учащихся младших классов ведет Федеральный центр мониторинга питания обучающихся (ФЦМПО). Для измерения отношения потребителей и их родителей в части их пищевых предпочтений ФЦМПО проведены массовые исследования в 2022 и 2023 годах (1550 тыс. и 2185 тыс. участников), включая оценку основных блюд завтрака и обеда. Зафиксирована тенденция роста негативной оценки питания с возрастом; проблемы низких рейтингов блюд из печени, рыбы, молочных продуктов, хлеба. Показана возможность практического учета мнения потребителей перед разработкой типовых меню здорового и лечебного питания.

Ключевые слова: мониторинг питания, пищевые предпочтения, измерение предпочтений питающихся.

FOOD PREFERENCES OF STUDENTS BASED ON THE RESULTS OF FEDERAL MONITORING OF SCHOOL MEALS

Portnov N.M.¹, Gorelova Zh.Yu.²

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "State University of Education" of the Ministry of Education of the Russian Federation
(Federal Center for Monitoring Student Nutrition), Moscow*

Federal State Autonomous Institution "National Medical Research Center for Children's Health" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Since 2021, the Federal Center for Monitoring the Nutrition of Students (FCMSPO) has been monitoring the nutrition of primary school students. To measure the attitude of consumers and their parents regarding their food preferences, the FCMSPO conducted mass studies in 2022 and 2023 (1,550 thousand and 2,185 thousand participants), including an assessment of the main dishes of breakfast and lunch. A trend of increasing negative assessment of nutrition with age was recorded; problems with low ratings of dishes from liver, fish, dairy products, and bread. The possibility of practically taking into account consumer opinions before developing standard menus of healthy and therapeutic nutrition is shown.

Keywords: nutrition monitoring, food preferences, measurement of eating preferences.

Введение. Предоставляемое в РФ всем учащимся начальных классов бесплатное школьное питание является существенным фактором влияния на здоровье ребенка и формирования растущего организма. Обязательным

является предоставление питания в один из приемов пищи (завтрак или обед), в ряде регионов организуется питание в два приема пищи (а также в полдник для групп продленного дня). Поскольку на школьный завтрак и обед приходится существенная часть питания как по калорийности (50-60% суточной нормы) так и по массе порций (от 1200-1400 г) [1], школьное питание является существенным фактором общественного здоровья для 7,6 млн. детей [2] начального школьного возраста. Для контроля полноценности питания обучающихся, соответствия его физиологическим нормам [3, 4] в Министерстве просвещения РФ в 2021 году организован Федеральный центр мониторинга питания обучающихся (ФЦМПО) [5], где на базе специализированной цифровой платформы ведется анализ меню фактического питания всех школьных пищеблоков за все дни питания [6], контролируется соблюдение в школах утвержденных типовых меню. В базе данных ФЦМПО накоплено более 10 млн. меню фактического питания [7], что позволяет исследовать структуру потребления, предпочтения авторов-разработчиков меню, соблюдение нормативов потребления [8]. Для измерения предпочтений самих потребителей школьного питания, а также их родителей (законных представителей) ФЦМПО в 2023 и в 2022 годах были организованы масштабные исследования потребительских предпочтений [9], в которых были получены сведения по конкретным блюдам, по приемам пищи и по питанию в целом. Подобные измерения являются необходимыми для перевода темы организации здорового питания в цифровой вид, являются базой для последующей рациональной работы по разработке перспективных меню, отвечающих целому ряду критериев, таких как: соответствие физиологическим нормам потребления, востребованность потребителями, безопасность и технологичность, экономическая реализуемость.

Целью исследования стал анализ пищевых предпочтений обучающихся и их родителей в рамках проводимого федерального мониторинга школьного питания.

Материалы и методы. Для исследования была разработана анкета для обучающихся (19 вопросов) и родителей (38 вопросов) в электронном формате. Анкеты были размещены/опубликованы в сети интернет, результаты регистрировались автоматически на сервере ФЦМПО. Начальная часть анкеты содержала регион, пол, возраст, класс питающегося, образовательное учреждение. Основная часть анкеты включала вопросы как для общего измерения («Нравится ли вам еда в школьной столовой?»), так и более конкретные («Оцените завтрак в баллах» или «Какой суп вам больше нравится кушать в школьной столовой?») с возможностью фиксированного («закрытого») перечня ответов.

Заполнение анкеты выполнялось в браузере. Как показал предварительный опрос, дети и родители самостоятельно быстро справлялись с задачей заполнения анкет, что позволило исключить необходимость присутствия промежуточного звена - «интервьюер». Для контроля ошибок заполнения (пропуски, дубли заполнения, «верхние/нижние баллы») на сервере

была организована автоматическая модерация. Для контроля хода опроса выполнен промежуточный контроль (при получении 400 тысяч первых анкет).

Собранные, заполненные анкеты были загружены в специализированную аналитическую систему ФЦМПО, разработанную на платформе «1С:Предприятие» [10, 11], где были получены общие результаты в цифровом и графическом виде, в разрезах: возраст/класс, место жительства (город/село), пол, регион РФ (республика/область/край/автономный округ, федеральный округ). Результаты были опубликованы на сайте ФЦМПО <http://фцмпо.рф/wp-content/uploads/2022/12/r22.htm> [9] и в монографии [12].

Анкетирование проводилось во всех регионах РФ. Анкета, использованная в исследовании 2022 года, также заполнялась в 2023 году, с целью сопоставления полученных результатов по всем регионам РФ в динамике учебного года и возраста обучающихся.

Аналитические материалы сформированы в виде гистограмм (статистического распределения) и графиков.

Результаты обсуждения. В 2022 году оценивали результаты анкет, полученные у 952392 питающихся обучающихся и 598025 – родителей, а в 2023 году 821130 учащихся и 1363882 родителей. Анкеты собирали в октябре-ноябре 2022-2023 гг. В исследовании приняли участие 52% девочек в 2022 году и 53% - в 2023 году, по возрасту/классу распределение также было довольно равномерным (1 класс – 21-22%, 2 класс – 23-24%, 3 класс – 26%, 4 класс – 28-29%). Городских участников проводимого опроса было значительно больше (65-58%), что также отражает более активную высокую долю городского населения. Большой объем полученных исходных информационных данных из всех регионов РФ (каждый 10-й питающийся) характеризует большой охват проводимого среди обучающихся исследования и его структуру.

По каждому из вопросов анкеты аналитические данные были представлены как в целом по Российской Федерации в виде гистограмм по вариантам ответов, цифровых таблиц с полученными итогами по регионам, федеральным округам, виду местности, полу, возрасту/классу питающихся, а также отдельно по всем регионам и федеральным округам. Составлен общий аналитический отчет за 2022 год объемом 2787 страниц по участвующим в опросе и охваченных питанием школьников и 3601 страница - родителей.

Анализ опроса показал, что различий в оценке, которую давали мальчики и девочки в младшем школьном возрасте практически не отличаются, поэтому в данной статье различия не приводятся.

Общие результаты измерения отношения потребителей показали высокую общую оценку школьного завтрака, так 65-78% участников поставили «4 и 5 баллов», при этом наличие устойчивой группы неудовлетворенных питанием – 7-13% поставили «неудовлетворительно» (1 или 2 балла).

Подобная же тенденция наблюдается (с частными отличиями) и по регионам, а также среди родителей питающихся, а также и в исследовании 2023 года.

Более детальная информация по потребительским предпочтениям была получена в ответах на вопросы с перечнями конкретных блюд. На рисунке 2 приведены сравнительные (по классу/возрасту) диаграммы измерения предпочтений, в процентах отметивших любимое блюдо завтрака.

Аналогичные данные получены для основных блюд обеда, супов, гарниров, напитков, видов хлеба, фруктов, молочных напитков.

При наличии региональных отличий, существуют общие тенденции в предпочтениях, отдаваемых школьниками разным видам блюд. При этом безусловных (на 100% или даже на 80%) лидеров не зафиксировано. Также не подтверждаются измерения бытующие представления «дети каши не едят» – данная «формула» распространена как обоснование массового явления «завтрак без каш», когда в отличие от «традиционного подхода» вместо каш, творожных, яичных блюд в меню завтрака основными блюдами являются котлеты и другие мясные блюда с гарниром (обычно представленные в обед). Сделанные измерения показывают, что в рациональном практическом управлении коллективным питанием диетологам еще только предстоит научиться измерять фактические предпочтения, чтобы после этого рекомендовать (искать), совместно с технологами способы реального введения в практику блюд здорового питания. Об этом красноречиво говорят примеры крайне низких рейтингов таких блюд, как печень и рыба.

Сравнение данных по годам показывает, что при всей изменчивости оценок, наблюдаются общие тенденции в приоритетах, прежде всего по отношению между блюдами. Некоторые из предпочтений легко объяснимы: борщ как лидер, суп-пюре как аутсайдер. В то же время «данные объективного контроля» способны и озадачить опытного диетолога - суп с макаронами также как и гороховый - имеют не очень высокий рейтинг. Также и для блюд завтрака, не наблюдается «безоговорочных фаворитов» с рейтингом хотя бы уровня «подавляющее большинство» (67%).

Данные по фруктам практически не изменились «год к году», также они мало различались по классам. Наибольшее внимания заслуживает тот факт, что по всем видам фруктов «рейтинги» оказались ниже 50%, вопреки всем ожиданиям. При этом сходство показателей для позиций «яблоки» и «любые фрукты» косвенно свидетельствует о слабом, невыраженном интересе. К «факторам беспокойства» можно отнести и устойчивые 2% у варианта «не люблю фрукты».

Более тревожную тенденцию указывает статистика ответов на вопрос «Какой хлеб вы любите?», где до 20% питающихся выбрали вариант ответа «никакой».

Различия в оценках городских и сельских школьников существуют, хотя и не достигают значимых размеров. Интересным фактом является выраженное предпочтение ржаного хлеба – продукта с очевидно более ярким

вкусом. Данное наблюдение требует отдельного изучения, поскольку на столах школьных столовых для обучающихся ржаной хлеб встречается значительно реже пшеничного, а также ученики могли ошибаться в классификации.

Следует заметить, что важнейшая для здорового детского питания группа «молочные продукты» имеет у потребителей довольно низкие рейтинги, исключениями являются сыры и сладкие йогурты – ситуация стабильная для 2022-23 годов, что требует обязательной работы по продвижению данной продукции, поиску привлекательных форм поставки, изучению факторов повышения спроса у детей. Без такой работы значительные затраты по программе «Школьное молоко» являются малоэффективными.

Более подробно все детальные аналитические данные по массовым измерениям потребительских предпочтений школьного питания в 2022-23 годах можно получить на сайте ФЦМПО [9] и у авторов статьи.

Описанная практика ФЦМПО по анализу потребительских пищевых предпочтений показала, что в такой малоформализованной области, как практическая диетология коллективного питания можно применить цифровизацию, для перехода от общих принципов здорового питания к уровню технологических инженерных решений по конструированию меню, с учетом не только соображений пользы и среднепопуляционных нормативов, но и практически полезных в питании детей.

Массовость исследований показала, как современные компьютерные технологии могут снабдить практического диетолога фактическими сведениями, в короткое время. Примененная в общефедеральных масштабах практика измерения оценок потребителей вполне доступна и на уровне отдельного пищеблока, позволяя обосновать продвижение технологий и рецептур специальных (национальных, лечебных, обогащенных) в конкретных коллективах.

Исследования показали существование устойчивых тенденций в оценке питающимися блюд и меню коллективного питания, в т. ч. не выявленные ранее, а также опровергли некоторые из существующих ныне гипотез о пищевых предпочтениях. В работе по организации коллективного питания (как здорового, так и лечебного) не существует «особых» блюд и технологий, одинаково высоко оцениваемых всеми потребителями. Для повышения общей потребительской оценки нужна работа по вариативности меню (обеспечивающей удовлетворенность большего числа питающихся), одновременно с работой по совершенствованию технологий, продвижению таких блюд, как печень и рыба, а также молочных продуктов и хлеба.

Необходимым звеном в формировании здорового питания, практической работе диетологов по разработке типовых меню, развитию новых специализированных пищевых продуктов для школьного питания является учет мнения самих питающихся.

Библиографический список

1. СанПиН 2.3/2.4.3590-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения.
2. Минпросвещения РФ. Банк документов. Сведения об обучающихся младших классов,» В Интернете: <https://docs.edu.gov.ru/document/63b1977903d6795fafcfac976f2ef5c8/download/5597/>. Дата обращения: 01.07.2024.
3. МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, М., 2021.
4. МР 2.3.6.0233-21 Методические рекомендации к организации общественного питания населения, 2021.
5. Интернет-сайт «Федеральный центр мониторинга питания обучающихся» В Интернете: <https://фцмпо.рф>.
6. Письмо Министерства просвещения РФ № ГД-1158/1 от 17.05.2021 О размещении меню. В Интернете: <https://rosobcontrol.ru/documents/pisma/pismo-ministerstva-prosveshcheniya-rossiyskoy-federatsii-gd-1158-01-ot-17-05-2021/?ysclid=lpifo8crtd959187605>.
7. «Мониторинг питания. Оперативная сводка по регионам». В Интернете: <http://мониторингпитание.рф/region.html>. Дата обращения: 01.07.2024.
8. «Оперативный штаб Минпросвещения России продолжает контролировать организацию горячего питания в школах,» В Интернете: <https://edu.gov.ru/press/4842/operativnyu-shtab-minprosveshcheniya-rossii-prodolzhaet-kontrolirovat-organizaciyu-goryachego-pitaniya-v-shkolah/?ysclid=lbgognvh61728505158>.
9. ФЦМПО. Обработанные результаты социологического опроса ФЦМПО по питанию обучающихся, проведенного в октябре 2022 года. В Интернете: [http://фцмпо.рф/wp-content/uploads/2022/12/Отчет по Опросу-2022 \(4\).pdf](http://фцмпо.рф/wp-content/uploads/2022/12/Отчет по Опросу-2022 (4).pdf).
10. «Архитектура платформы 1С:Предприятие» В Интернете: <https://v8.1c.ru/platforma/>. Дата обращения: 01.07.2024.
11. «1С:Предприятие 8.3. Руководство разработчика» В Интернете: <https://its.1c.ru/db/v83doc#bookmark:dev:TI000001358>. Дата обращения: 01.07.2024.
12. Современное школьное питание в России: стратегия развития, новые модели и технологии. Опыт регионов /Под ред. А.В. Бугаева, В.Н. Ивановой, М.: Руссайтс, 2023.

Сведения об авторах.

Николай Михайлович Портнов, к.т.н., ведущий научный сотрудник ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения» Минпросвещения России; E-mail: detsoft@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9520-8928.

Жанетта Юрьевна Горелова, д.м.н., проф., гл. научный сотрудник ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; E-mail: nczdlep@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9787-4411.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ЮНОШЕЙ НЕСПОРТСМЕНОВ И КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПЛОВЦОВ ПОСЛЕ СТУПЕНЧАТОЙ ТРЕДБАНОМЕТРИИ ДО ОТКАЗА

Приходько А.Ю.¹, Герасимов С.Н.², Айзман Р.И.^{1,3}

ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»

Роспотребнадзора, г. Новосибирск

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск

Нагрузочные пробы могут вызывать разные функционально-биохимические сдвиги в организме в зависимости от конституциональных особенностей и методов исследования резервов организма (Приходько А.Ю. и др., 2024). В этой связи становится актуальным количественно оценить функциональные возможности квалифицированных спортсменов (на примере пловцов) и здоровых юношей, не занимающихся спортом, после максимальной ступенчатой нагрузки. Цель исследования: оценить функциональные резервы юношей в зависимости от уровня спортивной подготовленности после ступенчатой тредбанометрии. В эксперименте приняли участие 42 юношей и 38 квалифицированных пловцов. Спортсмены достигали значимо более высоких показателей скорости полотна беговой дорожки при достижении анаэробного порога, в момент отказа, выполненной мышечной работы и преодоленного расстояния. Функциональные резервы квалифицированных пловцов достоверно выше по сравнению с юношами-неспортсменами.

Ключевые слова: квалифицированные пловцы, юноши студенты, функциональные резервы, физическая работоспособность, ступенчатый тест с повышающейся физической нагрузкой до отказа.

FUNCTIONAL RESERVES OF HEALTHY YOUTHS AND SKILLED SWIMMERS UNDER STEP TRADEBANOMETRY

Prihodko A.Yu.¹, Gerasimov S.N.², Aizman R.I.^{1,3}

FBUN “Novosibirsk Science Research Institute of Hygiene” Novosibirsk

GBOU VO “Novosibirsk State Technical University” Novosibirsk

GBOU VO “Novosibirsk State Pedagogical University” Novosibirsk

Load tests can lead to different functional and biochemical changes in the organism depending on the constitutional features and methods of studying the body's reserves (Prihodko A.Yu. et al., 2024). In this regard, it becomes relevant to compare and quantify the functional capabilities of qualified athletes (using swimmers as an example) and healthy young men not involved in sports training after maximum physical exertion. Purpose of the study: To assess the state of reserves of young men depending on the level of sports training after step-by-step treadbanometry. 42 young men and 38 qualified swimmers took part in the experiment. Athletes achieved significantly higher treadmill speeds when reaching the anaerobic threshold, at the moment of failure, muscle work performed and distance covered.

The functional reserves of qualified swimmers are significantly higher compared to non-athlete boys.

Keywords: qualified swimmers, young men students, functional reserves, physical performance, step test with increasing physical load to failure.

Введение. Считается, что функциональные резервы – это потенциальные возможности организма обеспечить свою жизнедеятельность в условиях значительных нагрузок, связанных с воздействием на человека экстремальных факторов внешней среды или нарушениями гомеостаза [1]. Для исследования резервов, как правило, используются широко известные предельные и дозированные физические нагрузки с регистрацией различных физиологических, биохимических и эргометрических показателей. Данный подход позволяет осуществлять оценку реального вклада физиологических резервов различных систем в формирование функционального состояния организма [2, 3]. Кроме того, важно правильно оценивать затраты и механизм достижения максимального результата при выполнении физических нагрузок до отказа [4-6]. Таких исследований функциональных резервов при ступенчатой тредбанометрии у здоровых юношей и пловцов в доступной литературе мы не обнаружили, что и послужило основанием для выполнения настоящего исследования.

Материалы и методы. В эксперименте приняли участие 80 юношей 18–23 лет, среди которых было примерно одинаковое количество студентов ВУЗа, занимающихся на занятиях физической культурой без ограничений по здоровью и квалифицированных пловцов от 1-го взрослого спортивного разряда до мастера спорта. Каждый участник исследования подписал добровольное согласие на участие в эксперименте.

Перед началом тестирования была предусмотрена 5-минутная суставная разминка с упражнениями на растяжку. Длительность бега на каждой ступени составляла 3 минуты. Скорость первой ступени составила 7 км/ч, с последующим повышением скорости на каждой ступени на 1 км/ч. Для определения анаэробного порога (АнП) использовали значения ЧСС=170 уд./мин (эта ЧСС соответствует концентрации лактата в крови 4 ммоль/л [7, 8]), а у части юношей для прямого определения концентрации лактата забирали кровь из пальца после каждой ступени во время 10–15 секундных пауз перехода между ступенями, когда испытуемый вставал на неподвижную часть тредбана. Оценку концентрации лактата в капиллярной крови проводили на биохимическом анализаторе «Super GL Ambulance» (Dr. Muller, Германия). Диапазон измерения составлял 0,5–30,0 ммоль/л.

Отказ обследуемого от продолжения выполнения нагрузки принимался исследователями по следующим причинам: 1. Превышение критического значения ЧСС, которое вычисляется по формуле: $220 - u$, где u – возраст испытуемого в годах. 2. Сигнал испытуемого о невозможности продолжать тестирование (в связи с возникающей резкой болью в мышцах, которая обычно возникает из-за лактатного ацидоза). 3. Испытуемый отказывался поддерживать повышающуюся нагрузку по субъективным причинам.

Результаты. Оценка функциональных резервов юношей осуществлялась по следующим критериям:

- достигаемой скорости полотна тредбана при наступления анаэробного порога;
- максимальной скорости тредбана, достигнутой в результате тестирования;
- преодоленного расстояния за время теста;
- величине суммарной мышечной работы за период теста;
- величине потери массы тела после нагрузки.

Как видно из таблицы, после нагрузки у пловцов показатель ЧСС во время отказа, потеря массы тела в кг и особенно в % была несколько ниже, чем у юношей, не занимающихся спортом. Тем не менее, спортсмены достигали значимо более высоких показателей скорости полотна беговой дорожки во время АНП, отказа, выполненной мышечной работы на тредбане и преодоленного расстояния.

Таким образом, ступенчатая тредбанометрия выявила, что функциональные показатели квалифицированных пловцов значительно превосходят таковые здоровых юношей, из чего можно заключить, что пловцы имели более высокий уровень резервных возможностей, чем юноши, не занимающиеся спортом.

Таблица - Результаты тредбанометрии до отказа у юношей с разным уровнем физической подготовленности

Показатели	Занимающиеся физкультурой (n = 42)	Квалифицированные пловцы (n = 38)
Расстояние, м	2236±737 [▲]	3225±969
Суммарная мышечная работа, кг*м	160225±54063 [▲]	228377±62449
Скорость тредбана при АНП, км/ч	8,6±1,1 [▲]	10,1±1,6
Скорость отказа, км/ч	10,8±1,2 [▲]	12,6±1,3
ЧСС отказа, уд./мин	195,9±5,2	192,1±6,0
Потеря массы тела в кг и %	0,6 (0,4-0,8) 0,8 (0,6-1,1) [▲]	0,4 (0,3-0,6) 0,6 (0,5-0,9)

Примечание. Достоверные отличия относительно: ▲ – пловцов

Закключение. Квалифицированные пловцы значительно превосходят здоровых юношей по многим изученным проявлениям физической работоспособности и функциональных резервов организма. Изученные показатели можно использовать для нормирования безопасно допустимой физической нагрузки для юношей с учетом их уровня физической подготовленности.

Библиографический список

1. Айзман Р.И. Современные представления о здоровье и критерии его оценки // Сибирский педагогический журнал. - 2012. - №9. - С.85-90.

2. Galan Y., Moseichuk Y., Kushnir I., Lohush L. Assessment of the functional state and physical performance of young men aged 14-16 years in the process of orienteering training // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2019. – Vol. 6. – P. 2127–2132. doi: 10.7752/jpes.2019. s6319

3. Мельников А.А., Сонькин В.Д., Фомина Е.В., Козлов А.В. Скелетные мышцы и физическая работоспособность человека. Москва: РУС «ГЦОЛИФК», 2023. 260 с.

4. Козлов А.В., Якушкин А.В., Андреев Р.С., Ваваев А.В., Юриков Р.В., Сонькин В.Д. Метод определения анаэробного порога по динамике ЧСС в процессе работы и восстановления при выполнении теста нарастающей мощности до отказа // *Физиология человека*. – 2019. – Т. 45, № 2. – С. 78–86. doi: 10.1134/S0362119719020038

5. Приходько А.Ю., Головин М.С., Трифанов Е.Ю., Айзман Р.И. Показатели сердечно-сосудистой системы и биохимический профиль юношей разных соматотипов на различных этапах нагрузочного тестирования // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 25–32 doi: 10.14529/hsm240103

6. Приходько А.Ю. Герасимов С.Н., Айзман Р.И. Анализ физической работоспособности мужчин разных соматотипов при выполнении ступенчатого теста до отказа на тредбане // *Современные вопросы биомедицины*. – 2023. – Т. 7, № 4 – С. 137–145. doi: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_16

7. Sotero R.C., Pardon E., Landwehr R. Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running // *International Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 30, № 9. – P. 643–646. doi: 10.1055/s-0029-1220729

8. Баянкина Д.Е., Князева Ю.А., Смокотнина И.М. Некоторые методические и практические аспекты определения анаэробного порога // *Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт*. – 2021. – № 2. – С. 56–61. doi: 10.24411/2305-8404-2021-10208

Сведения об авторах.

Приходько Антон Юрьевич, младший научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (Новосибирск, Россия) тел. 8-999-452-59-47, E-mail: toni.prikhodko.10@mail.ru, SPIN-код: 4113-3583, AuthorID: 1009732, ORCID: 0000-0002-8301-4533

Герасимов Сергей Николаевич, Герасимов Сергей Николаевич, заслуженный работник физической культуры Российской Федерации, старший тренер сборной команды по плаванию, старший тренер-преподаватель кафедры физического воспитания и спорта Новосибирского государственного технического университета (Новосибирск, Россия) тел. 8-913-982-73-73, E-mail: sergei2015.sg@gmail.com, SPIN-код: 1107-5354, AuthorID: 1203827, ORCID: 0009-0003-6788-8040

Айзман Роман Иделевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности Новосибирского государственного педагогического университета; главный научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (Новосибирск, Россия) тел. 8-913-911-95-64, E-mail: aizman.roman@yandex.ru, SPIN-код: 5778-9814, AuthorID: 85643, ORCID: 0000-0002-7776-4768

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗДОРОВЫХ ЮНОШЕЙ И СПОРТСМЕНОВ ПЛОВЦОВ ПОСЛЕ РАМП-ТЕСТА ДО ОТКАЗА

Приходько А.Ю.¹, Герасимов С.Н.², Айзман Р.И.^{1,3}

ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»

Роспотребнадзора, г. Новосибирск

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск

Максимальная физическая нагрузка вызывает в организме человека существенные сдвиги особенно в зависимости от типологических свойств и методов тестирования. В этой связи становится актуальным изучить функциональные возможности квалифицированных спортсменов пловцов и здоровых юношей, не занимающихся спортом. Цель исследования: оценить функциональные резервы юношей в зависимости от уровня спортивной подготовленности после непрерывно-нарастающей нагрузки. В эксперименте приняли участие 25 юношей и 22 квалифицированных пловца. Спортсмены достигали значимо более высоких показателей скорости полотна беговой дорожки при достижении анаэробного порога, в момент отказа, выполненной мышечной работы и преодоленного расстояния. Функциональные резервы квалифицированных пловцов достоверно выше по сравнению с юношами-неспортсменами.

Ключевые слова: квалифицированные пловцы, юноши студенты, функциональные резервы, физическая работоспособность, рамп-тест до отказа.

FUNCTIONAL CAPABILITIES OF HEALTHY YOUTHS AND SWIMMERS AFTER CONTINUOUS RUNNING LOAD

Prihodko A.Yu.¹, Gerasimov S.N.², Aizman R.I.^{1,3}

FBUN “Novosibirsk Science Research Institute of Hygiene” Novosibirsk

GBOU VO “Novosibirsk State Technical University” Novosibirsk

GBOU VO “Novosibirsk State Pedagogical University” Novosibirsk

Maximum physical activity causes significant changes in the human body, especially depending on the typological properties and testing methods. In this regard, it becomes relevant to study the functional capabilities of qualified athletes (using the example of swimmers) and healthy young men not involved in sports after maximum loads with a continuous increase in power. Purpose of the study: to assess the functional reserves of young men depending on the level of sports readiness after continuous treadmill testing. 25 young men and 22 qualified swimmers took part in the experiment. Athletes achieved significantly higher treadmill speeds when reaching the anaerobic threshold, at the moment of failure, muscle work performed and distance covered. The functional reserves of qualified swimmers are significantly higher compared to non-athlete boys.

Keywords: qualified swimmers, young men students, functional reserves, physical performance, ramp test to failure.

Введение. Для корректного выявления физических возможностей организма чаще всего используются широко известные предельные и дозированные физические нагрузки с регистрацией различных показателей, т.к. это позволяет осуществлять оценку реального вклада физиологических резервов различных систем в формирование функционального состояния организма [1-3]. Сегодня набирают популярность неинвазивные методики, способные предоставить достаточно точные результаты при удобстве проведения и минимальных затратах [4]. Одним из неинвазивных и наиболее перспективных методов можно считать способ плавного доведения испытуемого до отказа с регистрацией быстрой и медленной фазы восстановления с последующим определением анаэробного порога (АнП) по динамике ЧСС [5]. Таким образом, целью настоящего исследования стала оценка функциональных возможностей организма пловцов и спортсменов при помощи данного рамп-теста.

Материалы и методы. В эксперименте приняли участие 47 юношей 18–22 лет, среди которых было примерно одинаковое количество студентов ВУЗа, занимающихся на занятиях физической культурой без ограничений по здоровью и квалифицированных пловцов от 1-го взрослого спортивного разряда до мастера спорта. Каждый участник исследования подписал добровольное согласие на участие в эксперименте.

Метод рамп-теста базировался на плавном доведении испытуемого при беге на тредбане до отказа с последующей фиксацией быстрой и медленной фазы восстановления ЧСС в положении стоя [5]. Начальная скорость полотна движения тредбана составляла 7 км/ч, с последующим повышением скорости на 0,1 км/ч каждые 10 сек, что обеспечивало плавное и непрерывное нарастание нагрузки. Этот протокол нагрузки также был предусмотрен для определения анаэробного порога неинвазивным методом по динамике ЧСС.

Отказ обследуемого от продолжения выполнения нагрузки принимался исследователями по следующим причинам: 1. Превышение критического значения ЧСС, которое вычисляется по формуле: $220 - u$, где u – возраст испытуемого в годах. 2. Сигнал испытуемого о невозможности продолжать тестирование (в связи с возникающей резкой болью в мышцах, которая обычно возникает из-за лактатного ацидоза). 3. Испытуемый отказывался поддерживать повышающуюся нагрузку по субъективным причинам.

Результаты. У спортсменов после нагрузки потеря массы тела, преодоленное расстояние и проделанная работа, а также скорость полотна тредбана в момент АнП и отказа были значимо больше, чем у здоровых юношей, а ЧСС - меньше. Что указывает на значительно более высокие резервные возможности пловцов чем юношей спортсменов (таблица).

Юноши-физкультурники существенно уступали пловцам по уровню функциональных резервов, которые были определены по следующим критериям:

- достигаемой скорости полотна тредбана при наступления анаэробного порога;
- максимальной скорости тредбана, достигнутой в результате тестирования;
- преодоленного расстояния за время теста;
- величине суммарной мышечной работы за период теста;
- величине потери массы тела после нагрузки.

Таблица - Результаты тредбанометрии до отказа у юношей с разным уровнем физической подготовленности

Показатели	Занимающиеся физкультурой (n = 25)	Квалифицированные пловцы (n = 22)
Расстояние, м	1602±326 [▲]	1888±314
Суммарная мышечная работа, кг*м	118968±21630 [▲]	137723±20951
Скорость тредбана при АНП, км/ч	10,6±0,5 [▲]	11,4±0,6
Скорость отказа, км/ч	12,7±0,8 [▲]	13,7±0,9
ЧСС отказа, уд. /мин	198 (191-200)	193,3±5,1
Потеря массы тела в кг и %	0,2 (0,1-0,3) 0,3 (0,2-0,4) [▲]	0,3 (0,2-0,4) 0,4 (0,3-0,5)

Примечание. Достоверные отличия относительно: ▲ – пловцов

Заключение. Квалифицированные пловцы значительно превосходят здоровых юношей по многим изученным проявлениям физической работоспособности и функциональных резервов организма. Изученные показатели можно использовать для нормирования безопасно допустимой физической нагрузки для юношей с учетом их уровня физической подготовленности.

Библиографический список

1. Galan Y., Moseichuk Y., Kushnir I., Lohush L. Assessment of the functional state and physical performance of young men aged 14-16 years in the process of orienteering training // Journal of Physical Education and Sport. – 2019. – Vol. 6. – P. 2127–2132. doi: 10.7752/jpes.2019. s6319
2. Мельников А.А., Сонькин В.Д., Фомина Е.В., Козлов А.В. Скелетные мышцы и физическая работоспособность человека. Москва: РУС «ГЦОЛИФК», 2023. 260 с.
3. Приходько А.Ю., Головин М.С., Трифанов Е.Ю., Айзман Р.И. Показатели сердечно-сосудистой системы и биохимический профиль юношей разных соматотипов на различных этапах нагрузочного тестирования // Человек. Спорт. Медицина. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 25–32 doi: 10.14529/hsm240103
4. Баянкина Д.Е., Князева Ю.А., Смокотнина И.М. Некоторые методические и практические аспекты определения анаэробного порога // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2021. – № 2. – С. 56–61. doi: 10.24411/2305-8404-2021-10208

5. Козлов А.В., Якушкин А.В., Андреев Р.С., Ваваев А.В., Юриков Р.В., Сонькин В.Д. Метод определения анаэробного порога по динамике ЧСС в процессе работы и восстановления при выполнении теста нарастающей мощности до отказа // Физиология человека. – 2019. – Т. 45, № 2. – С. 78–86. doi: 10.1134/S0362119719020038

Сведения об авторах.

Приходько Антон Юрьевич, младший научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (Новосибирск, Россия) тел. 8-999-452-59-47, E-mail: toni.prihodko.10@mail.ru, SPIN-код: 4113-3583, AuthorID: 1009732, ORCID: 0000-0002-8301-4533

Герасимов Сергей Николаевич, Герасимов Сергей Николаевич, заслуженный работник физической культуры Российской Федерации, старший тренер сборной команды по плаванию, старший тренер-преподаватель кафедры физического воспитания и спорта Новосибирского государственного технического университета (Новосибирск, Россия) тел. 8-913-982-73-73, E-mail: sergei2015.sg@gmail.com, SPIN-код: 1107-5354, AuthorID: 1203827, ORCID: 0009-0003-6788-8040

Айзман Роман Иделевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности Новосибирского государственного педагогического университета; главный научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора (Новосибирск, Россия) тел. 8-913-911-95-64, E-mail: aizman.roman@yandex.ru, SPIN-код: 5778-9814, AuthorID: 85643, ORCID: 0000-0002-7776-4768

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СРЕЗАХ ВОЛОС У ДЕТЕЙ 9-12 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДЫ ПРОЖИВАНИЯ

Приходько А.Ю., Еремин В.Г., Романенко С.П.

*ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

Проблема неблагоприятного воздействия среды в современных реалиях только набирает обороты особенно для детей и в местах с повышенными экологическими рисками. Цель исследования: оценить профиль тяжелых металлов в волосах у детей с разными экологическими условиями проживания. В исследовании приняли участие 52 ребенка. Родители дали добровольное согласие на возможность получить срезы волос ребенка. Повышенный фон кадмия и особенно мышьяка в волосах обнаружился у детей проживающих в неблагоприятных районах. Обнаружилась тревожная тенденция к повышенному содержанию ртути в срезах волос у детей с повышенным воздействием средовых факторов. Необходим особый контроль экологических и гигиенических факторов для предупреждения опасных тенденций чрезмерного накопления ядов у неокрепшего организма младших школьников проживающих в загрязненных районах.

Ключевые слова: дети, мышьяк, кадмий, ртуть, среда обитания

CONTENT OF HEAVY METALS IN HAIR CUTS OF CHILDREN 9-12 YEARS OLD DEPENDING ON THE LIVING ENVIRONMENT

Prihodko A.Yu., Eremin V.G., Romanenko S.P.

FBUN "Novosibirsk Science Research Institute of Hygiene", Novosibirsk

The problem of the adverse effects of poor ecology in modern realities is only gaining momentum, especially for children and in places with increased environmental risks. Purpose of the study: To assess the profile of heavy metals in hair in children with different environmental living conditions. 52 children took part in the study. Parents gave voluntary consent to the opportunity to obtain sections of the child's hair. Increased levels of cadmium and especially arsenic in the hair were found in children living in unfavorable areas. An alarming trend was discovered towards increased mercury content in hair sections of children with increased exposure to environmental factors. Special control of environmental and hygienic factors is necessary to prevent dangerous trends of excessive accumulation of poisons in the fragile bodies of primary schoolchildren living in contaminated areas.

Keywords: children, arsenic, cadmium, mercury, habitat

Введение. Неблагоприятные условия среды обитания в первую очередь представляют опасность для детей, которые отличаются повышенной чувствительностью к недостаточному или избыточному поступлению извне химических элементов, различным внешним физическим и биологическим воздействиям [1]. Волосы представляют идеальный объект исследования, так как отражают процессы, годами протекающие в организме чело-

века [2]. Таким образом, целью исследования стало изучение профиля тяжелых металлов у детей в зависимости от воздействия среды.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 52 ребенка в возрасте от 9 до 12 лет, из которых в группу контроля попали 27 детей, в то время как группа воздействия включала 25 школьников младшего звена. В обеих группах было примерно одинаковое количество девочек и мальчиков. Родители дали добровольное согласие на возможность получить часть волосяного покрова ребенка. Оценку концентрации металлов в срезах волос проводили с привлечением лаборатории Инвитро-Сибирь, метод исследования – масс-спектрометрия.

Полученный материал обработан общепринятыми методами математической статистики с использованием программы «STATISTICA» 10 for Windows и пакета Microsoft Excel 2010. Нормальность распределения была проверена по критерию Шапиро-Уилка. Результаты непараметрических методов обработки представлены в виде медианы (Me) и Q1 - Q3– нижнего и верхнего квартилей. При сравнении независимых выборок статистическую значимость различий определяли с помощью непараметрического критерия Колмогорова-Смирнова для выборок с отсутствием нормального распределения.

Результаты. Концентрация мышьяка и кадмия в группе воздействия статистически значимо отличалась в большую сторону от показателей у детей из более благополучных районов проживания. Содержание мышьяка у младших школьников между группой воздействия и контролем различалось в 20 раз, при этом, содержание кадмия примерно в два раза. В то же время, количество ртути в обеих группах не превышало опасных для здоровья значений, однако дети из группы воздействия по концентрации яда достоверно превосходили сверстников, живущих в более благоприятной зоне. Определенная тенденция к повышенному фону свинца и талия выявилась у детей из группы воздействия. Между тем, содержание алюминия, лития и талия было практически одинаковым у детей из разных изучаемых групп (таблица).

Таблица - Содержание тяжелых металлов в волосяном покрове в зависимости от зоны проживания

Показатели	Контроль	Воздействие
Мышьяк <1 мкг/г	0,048 (0,037-0,092)	0,935 (0,211-1,950) ■
Кадмий <0,25 мкг/г	0,015 (0,009-0,031)	0,036 (0,014-0,106) ■
Алюминий <25 мкг/г	6,87 (5,30-9,57)	6,98 (4,62-12,10)
Ртуть <1 мкг/г	0,051 (0,017-0,099)	0,094 (0,047-0,194) ■
Литий <0,1 мкг/г	0,033 (0,031-0,039)	0,027 (0,021-0,039)
Свинец <5 мкг/г	0,324 (0,195-0,535)	0,476 (0,195-1,510)
Талий <5 мкг/кг	0,291 (0,168-0,432)	0,366 (0,282-0,460)

Примечание: достоверные отличия относительно: ■ – контроля

Заключение. Таким образом, содержание мышьяка и кадмия в волосяном покрове указывает на серьезные различия между группами детей с разными условиями проживания и воздействия среды. При этом, обнаружилась тревожная тенденция к повышенному содержанию ртути в срезах волос у детей, проживающих в местах повышенного воздействия экологических факторов. Необходим особый контроль экологических и гигиенических факторов для предупреждения опасных тенденций чрезмерного накопления ядов у неокрепшего организма младших школьников.

Библиографический список

1. Корчина Т.Я. Содержание тяжелых металлов в волосах детей севера Тюменской области // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 27–29.
2. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: ОНИКС 21 век; Мир, 2004. – 216 с.

Сведения об авторах.

Приходько Антон Юрьевич, младший научный сотрудник отдела гигиенических исследований ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. Новосибирск, улица Пархоменко, 7. тел. 8-999-452-59-47, E-mail: toni.prikhodko.10@mail.ru, SPIN-код: 4113-3583, AuthorID: 1009732, ORCID: 0000-0002-8301-4533

Еремин Виталий Геннадьевич, младший научный сотрудник отдела гигиенических исследований ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. Новосибирск, улица Пархоменко, 7. тел. 8-923-735-98-00 E-mail: eremin_vg@niig.su

Романенко Сергей Павлович, заместитель директора по научной работе, к.м.н ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. Новосибирск, улица Пархоменко, 7. тел. 8-913-763-80-67, E-mail: romanenko_sp@niig.su, SPIN-код: 2107-5929, AuthorID: 995921, ORCID: 0000-0003-1375-0647

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Пушкарева М.В., Турбинский В.В., Ширяева М.А.
ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи*

В данной статье рассматривается разработка компьютерной программы, реализующей экспертную систему для мониторинга и анализа границ зон санитарной охраны. В качестве основного инструмента использован персональный компьютер, а программная реализация выполнена на языке C++ Builder XE8. Основой для системы является база данных. В качестве метода искусственного интеллекта выбраны нейронные сети, что позволяет эффективно анализировать сложные данные. Архитектура экспертной системы включает четыре ключевых блока: пользовательский интерфейс, база знаний, вычислительный блок и блок объяснений, что обеспечивает пользователям прозрачность работы системы. Выделены три группы методов формирования выводов, от логических правил до наблюдательных подходов.

Ключевые слова: зоны санитарной охраны; экспертная система; нейросеть, искусственный интеллект, мониторинг.

AUTOMATED DETERMINATION THE BOUNDARIES OF ZONES OF SANITARY PROTECTION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Pushkareva M.V., Turbinskiy V.V., Shiryayeva M.A.
Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman
of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights
of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi

This paper deals with the development of a computer programme implementing an expert system for monitoring and analysing the boundaries of sanitary protection zones. A personal computer is used as the main tool, and the software implementation is made in C++ Builder XE8. The basis for the system is a database. Neural networks are chosen as the method of artificial intelligence, which allows to analyse complex data efficiently. The architecture of the expert system includes four key blocks: user interface, knowledge base, computational block and explanation block, which provides users with transparency of the system operation. Three groups of methods for forming conclusions, from logical rules to observational approaches, are distinguished.

Keywords: sanitary protection zones; expert system; neural network, artificial intelligence, monitoring.

Определение границ зон санитарной охраны — это важная задача, требующая учета множества факторов, среди которых значительную роль играют сложность ландшафта и разнообразие гидрологических, гидрогеологических и гидрохимических характеристик.

Необходимость интеграции различных видов данных и разработка методов их систематизации и анализа становятся важными шагами на пути к эффективному определению границ зон санитарной охраны. В этом кон-

тексте использование современных технологий, включая методы дистанционного зондирования и аналитические инструменты, может значительно улучшить процесс и повысить его научную обоснованность.

Применение методов машинного обучения в области мониторинга окружающей среды открывает новые горизонты для анализа больших объемов данных, связанных с экологическими, географическими и климатологическими факторами. Искусственный интеллект (ИИ) предоставляет мощные инструменты для выявления закономерностей в существующих данных и для прогнозирования потенциального загрязнения, что способствует более точному и оперативному определению границ защитных зон [1,2,3].

Модели прогнозирования, основанные на алгоритмах машинного обучения, способны предсказывать воздействие изменений в окружающей среде, включая климатические перемены, на качество водных ресурсов и здоровье населения. Это достигается благодаря способности моделей обрабатывать сложные взаимосвязи между различными экологическими параметрами и их влиянием на экосистемы. Интеграция данных из разнообразных источников позволяет формировать более полное и точное представление о состоянии окружающей среды, что является необходимым для эффективного управления природными ресурсами.

Кроме того, внедрение технологий ИИ способствует автоматизации процессов мониторинга и сбора данных. Использование беспилотных летательных аппаратов, датчиков и других современных технологических решений позволяет оперативно и на высоком уровне получать информацию о состоянии экологических систем. Это значительно ускоряет процесс принятия решений и повышает качество управления природоохранными мерами [4,5].

Постановка задачи состоит в определении наилучшей конфигурации нейронной сети и стратегий её обучения, при этом для большинства задач уже существуют проверенные структуры и методы.

1. Первый этап включает сбор учебных данных. Он подразумевает создание набора образцов, где каждый элемент представляет собой массив входной информации, сопровождаемый заранее известным ответом или меткой.

2. Следующий шаг — это проектирование и обучение нейронной сети. В случае, если задача укладывается в рамки стандартных подходов, статистические расчёты могут быть не нужны, как и написание программного кода для реализации. Однако если задача неординарная, важно настроить архитектуру нейронной сети и уточнить методики оценки результатов. Обычно процесс обучения проходит автоматически, завершение которого требует от специалиста анализа полученных данных. Вполне вероятно, что потребуется внести коррективы, разработать дополнительные модели с различными параметрами и т.д. Тем не менее, существует возможность оценивать эффективность работы системы на любом этапе обучения, используя контрольную выборку для тестирования.

Развивая концепцию нейросетевых экспертных систем, мы стремились к созданию максимально адаптированных решений, предназначенных для конкретного пользователя-специалиста. Вместе с тем, возможно объединение индивидуального опыта нескольких специалистов в одной системе. Исключение математических этапов позволяет реализовать такой подход, что существенно упрощает процесс разработки.

Для разработки программы был использован тип реализующего компьютера ПК (персональный компьютер). В качестве языка программирования использовался C++ Builder XE8. Используемая операционная система: Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 10, а также Linux.

Для подготовки системы создана база данных, включающая в себя имеющиеся известные данные по границам зон санитарной охраны, микробиологические, химические показатели, гидрогеологические параметры, водозаборы, участки, где расположены водозаборы.

Для разработки и подготовки компьютерной реализации предложенной программы были выбраны нейронные сети как вариант реализации систем искусственного интеллекта.

Любая экспертная система, в том числе и разрабатываемая, условно должна состоять из четырех блоков: интерфейс с пользователем, база знаний, вычислительный блок, блок объяснений, позволяющий пользователю проследить "ход рассуждений" системы в конкретном случае. Связующим элементом между этими блоками является метод, с помощью которого экспертная система в ответ на запрос пользователя выдает результат (заключение). работе предложена классификация таких методов на три основные группы:

1) методы логических правил "в чистом виде", когда формализацию правил получения результата осуществляет сам эксперт;

2) те же методы, но формализацией правил исследователь, наблюдающий за работой специалиста со стороны.

Создание даже простейших экспертных систем с использованием методов первого и второго уровней представляет собой достаточно сложную задачу, которая в значительной степени зависит от координации усилий специалистов из различных областей. Традиционные экспертные системы, которые основаны на обширных базах знаний и логических правилах функционирования, требуют значительных временных и финансовых затрат для их разработки. Процесс создания такой системы можно охарактеризовать несколькими ключевыми этапами.

На первом этапе необходимо четко определить задачу: это включает в себя формулирование целей, которые должна достичь экспертная система, а также определение необходимых входных данных и способа, которым будет представлен ответ.

Второй этап включает в себя сбор данных, где важно собрать репрезентативный материал для последующего статистического анализа и осу-

ществить его соответствующее структурирование — выделение подгрупп по различным признакам и характеристикам.

На третьем этапе происходит статистическая обработка данных, в ходе которой выявляются закономерности, связывающие входные данные с ожидаемыми ответами. Этот процесс может включать расчеты средних значений, анализ относительных показателей, корреляцию, регрессионный анализ, а также факторный анализ и другие методы.

После этого наступает этап создания базы знаний, который включает в себя разработку логических правил, согласно которым должна функционировать экспертная система.

Программирование алгоритмов представляет собой следующий шаг, в рамках которого логические правила переходят на язык программирования, что требует определенных навыков и знаний.

Важным аспектом разработки становится создание пользовательского интерфейса системы — здесь необходимо разработать удобные средства взаимодействия, которые позволят пользователям вводить данные и получать результаты наглядно и удобно.

Следующий этап: процесс отладки и тестирования, в ходе которого проверяется корректность работы программы, а также осуществляется ее тестирование в условиях, максимально близких к реальным. Особенно важные ресурсы и время требуются на этапах, связанных с созданием логических правил, построением базы знаний и программированием алгоритмов, так как успешная реализация этих компонентов требует тесного сотрудничества между экспертами в области предмета, программистами и математиками.

Завершающий этап – посттренинг. Этот этап характерен только для уровня обучающихся систем. При создании нейроэкспертной программы не удалось укомплектовать достаточное количество данных для качественного обучения сети. Поэтому при создании нейронной сети нами были определены оптимальные параметры сетей и проведено начальное обучение. Впоследствии производился тренинг системы в условиях реальной работы и реальных данных, передавая ей свой опыт. Более того, принципиальное отличие методологии создания нейросетевых систем от традиционных заключается именно в том, что система никогда не создается сразу готовой и никогда не бывает полностью завершенной, продолжая накапливать опыт в процессе эксплуатации.

Таким образом, архитектура экспертной системы организована в четыре основных блока: пользовательский интерфейс, база знаний, вычислительный блок и блок объяснений, что обеспечивает прозрачность работы системы для пользователей. Результаты данного исследования имеют практическое значение для повышения качества и точности мониторинга санитарных зон, что в свою очередь способствует сохранению экологического баланса и безопасности водных ресурсов.

Библиографический список

1. Ширяева М. А., Науменко Н. О., Карпенко Н. П. Применение инновационных технологий гидрологического мониторинга в целях прогнозирования качества воды водного объекта // Медицина труда и экология человека. – 2024. – №. 2. – С. 175-190.
2. Никуленков А. М., Еремин, Г. Б., Носков и др. Проблемы обоснования зон санитарной охраны подземных водозаборов: анализ основных геологических факторов // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. – №. 8. – С. 762-768.
3. Жолдакова З. И., Сеницына О. О., Турбинский В. В. О корректировке требований к зонам санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. – №. 11. – С. 1192-1197.
4. Тронза Г. Е., Артемова Е. А. Современные проблемы земель водного фонда и обоснование необходимости установления зон санитарной охраны водных объектов // Ответственный редактор. – 2021. – С. 261.
5. Опрышко Б. А., Швецов В. А., Белавина О. А. О Совершенствовании контроля режима подземных вод в пределах II пояса зоны санитарной охраны водозабора «Авачинский» // Национальная (всероссийская) научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование». – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Камчатский государственный технический университет», 2021. – Т. 1. – №. XII. – С. 177-180.

Сведения об авторах.

Пушкарева Мария Васильевна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела гигиены воды ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Московская область, городское поселение Мытищи, Россия, e-mail: pushkareva.mv@fncg.ru. SPIN-код: 2904-2561, AuthorID: 417095 <http://orcid.org/0000-0002-5932-6350>;

Турбинский Виктор Владиславович – доктор медицинских наук, заведующий отделом гигиены воды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д.2, г. Мытищи, 141014, Московская область, Российская Федерация e-mail: turbinskii.vv@fncg.ru;

Ширяева Маргарита Александровна – младший научный сотрудник отдела гигиены воды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, д.2, г. Мытищи, 141014, Московская область, Российская Федерация; SPIN-код: 4706-0330, AuthorID: 1081861 <https://orcid.org/0000-0001-8019-1203>; Shiryayeva.MA@fncg.ru

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРАЖЕННОСТИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО
АППАРАТА, ТЕМПА СТАРЕНИЯ И КОМОРБИДНОЙ ПАТОЛОГИИ
У БОЛЬНЫХ С ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПАТОЛОГИЕЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И У ТРУДО-
СПОСОБНЫХ ПАЦИЕНТОВ, ПРОХОДИВШИХ ПЕРИОДИЧЕСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ОСМОТР**

*Радоуцкая Е.Ю., Свечкарь П.Е., Онищук Я.И., Шмыгун М.В.
ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

В современных реалиях проблема биологического возраста работающего населения и факторов, влияющих на него, имеет особую актуальность. В Клинике профессиональной патологии ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора в 2024 г. было проведено ретроспективное исследование темпов старения у работников, подвергающихся воздействию вредных профессиональных физических факторов, сравнительный анализ показателей биологического возраста у пациентов, имеющих установленные профессиональные заболевания опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы и пациентов условно здоровых. В результате было отмечено количественное и качественное ускорение старения у работников, подвергающихся воздействию производственной вибрации, тяжести, и напряженности трудового процесса, и, как следствие, превышение показателей биологического возраста у пациентов, имеющих установленные профессиональные заболевания, чем у пациентов условно здоровых.

Ключевые слова: биологический возраст, вибрация, напряженность, темпы старения, профессиональные заболевания.

**COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF THE SEVERITY OF
FUNCTIONAL DISORDERS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM,
AGING RATE AND COMORBID PATHOLOGY IN PATIENTS WITH
FIRST-DIAGNOSED OCCUPATIONAL PATHOLOGY OF THE MUS-
CULOSKELETAL SYSTEM AND IN ABLE-BODIED PATIENTS UN-
DERGOING PERIODIC MEDICAL EXAMINATION**

*Radoutsckaya E.Y., Svechkar P.E., Onischuk Y.I., Shmygun M.V.
Novosibirsk Research Institute of Hygiene, 630108, Novosibirsk*

In modern realities, the problem of biological age of the working population and factors affecting it is of particular relevance. In the Clinic of Occupational Pathology of “Novosibirsk Research Institute of Hygiene” in 2024 a retrospective study of aging rates in workers exposed to harmful occupational physical factors, a comparative analysis of biological age indicators in patients with established occupational diseases of the musculoskeletal system, peripheral nervous system and conditionally healthy patients was conducted. As a result, quantitative and qualitative acceleration of aging in workers exposed to industrial vibration, severity, and tension of the labor process was noted, and, as a consequence, the biological age indicators in patients with established occupational diseases exceeded those in conditionally healthy patients.

Keywords: biological age, vibration, tension, aging rates, occupational diseases.

По данным Росстата на 2023 г. число работающих в условиях воздействия вредных и (или) опасных веществ и производственных факторов с риском развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний составило чуть больше 10 млн человек. Довольно высокой остается частота профессиональных поражений от воздействия физических факторов: производственной вибрации, тяжести труда, напряженности трудового процесса и функционального перенапряжения. [1]

Реализация в настоящее время Пенсионной реформы в России (2019-2028), которая предусматривает постепенный подъем пенсионного возраста на 5 лет (для мужчин – от 60 до 65 лет; для женщин – от 55 до 60 лет), обусловлена снижением смертности среди населения, повышением продолжительности жизни. В связи с этим крайне актуальна проблема определения биологического возраста работающего населения и факторов, влияющих на него. [2, 3, 4, 5, 6]

В Клинике профессиональной патологии и профилактики школьно-обусловленных заболеваний ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора в 2024 г. было проведено исследование выраженности функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата, темпа старения и коморбидной патологии у больных с впервые выявленной профессиональной патологией костно-мышечной системы и у трудоспособных пациентов, проходивших периодический медицинский осмотр.

Цель нашей работы – анализ темпов старения у работников, подвергающихся воздействию производственной вибрации, тяжести и напряженности трудового процесса, а также сравнить показатели биологического возраста у пациентов, имеющих установленные профессиональные заболевания опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы и пациентов условно здоровых.

Мы провели ретроспективный анализ историй болезни пациентов, проходивших лечение в стационарных условиях в период 2019-2022 гг., во время которого им был впервые установлен диагноз профессиональной патологии опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, и амбулаторных карт пациентов, проходивших периодические медицинские осмотры в период 2021-2022 гг. в Клинике профессиональной патологии ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. В ходе исследования была сформирована база данных, в которой отражены: профессиональный маршрут пациента, основной клинический диагноз и коморбидные патологии, антропометрические показатели, лабораторные показатели крови, расчетный коэффициент скорости старения, расчетный показатель биологического возраста, соотношение полученных расчетных показателей с календарным возрастом пациента.

Материалы и методы. Объем исследования – 59 историй болезни (основная группа или 1 группа) и 71 амбулаторная карта (группа сравнения или 2 группа). Все обследованные были мужского пола, представленные основными профессиями: бульдозеристы 49,2% в первой группе, 77,5% во

второй; водители большегрузных автомобилей 30,5% и 19,7%; машинисты крана 6,8% и 1,4%; машинисты экскаватора 13,6% и 1,4% соответственно.

Для расчёта биологического возраста (БВ) была использована формула, основанная на лабораторных показателях – методика Белозеровой Л.М. [7] по биохимическим и гематологическим показателям. В данном методе используются лабораторные тесты: количество моноцитов (М), определения скорости оседания эритроцитов (СОЭ), общего белка (ОБ), мочевины (М1), креатинина (К). Биологический возраст (БВ) и должный биологический возраст (ДБВ) определялся по формуле:

$$БВ = 91,1512 - 1,17 \times М + 0,5683 \times СОЭ - 0,4346 \times ОБ + 2,2088 \times М1 - 0,6613 \times К.$$

Возрастной состав был следующий: средний возраст в 1 группе 54,8 лет (36-66 лет), во 2 группе 51,6 лет (32-68 лет). Распределение по возрасту показало, что наибольшее число рабочих были лица старше 50 лет – 88,1% в 1 группе, 74,6% - во 2. В возрасте 30-39 лет было в первой группе 2 человека (3,4%), во второй – 6 человек (8,5%). В возрасте 40-49 лет в 1 группе было 5 человек (8,5%), во второй – 21 человек (29,6%).

Средний стаж работы во вредных и опасных условиях труда составил 27 лет в основной группе (min 11 лет, max 40 лет) и 15,7 лет - в группе сравнения (min 10 лет, max 39 лет).

В 1 группе среди установленных профессиональных заболеваний преобладала вибрационная болезнь (33 человека – 55,9%), профессиональная патология опорно-двигательного аппарата выявлена у 26 человек (44%). Причем, примерно у трети пациентов (17 человек – 28,8%) установлена сочетанная патология – вибрационная болезнь и заболевание костно-мышечной системы. В целом, 3 профессиональных заболевания установлены 5 пациентам основной группы (8,5%), 2 профессиональных заболевания – 20 пациентам (33,9%), диагноз одного профессионального заболевания у 34 пациентов (57,6%).

Оценивалась и коморбидная патология у всех исследуемых. Лидирующая позиция в 1 группе принадлежит гипертонической болезни – 83%, ИБС выявлена в 8,5% случаев, такое же количество и больных сахарным диабетом, у 13,6 % пациентов – нейросенсорная тугоухость. В группе сравнения гипертоническая болезнь диагностирована у 56,3% обследуемых, лидирующая позиция у заболеваний опорно-двигательного аппарата, в основном, дорсопатии, - 70,4% обследуемых. ИБС, сахарный диабет, нейросенсорная тугоухость выявлены в 1,7%, 5,6%, 16,9% случаев соответственно. В таблице 1 представлены результаты оценки массы тела исследуемых (табл. 1).

Средняя масса тела в 1 группе составила 90,5 кг (min 64 кг, max 140 кг). Средняя масса тела во 2 группе составила 103 кг (min 92 кг, max 115 кг). Таким образом, выявлен высокий индекс массы тела в обеих группах. Средний ИМТ в 1 группе 30,7 (min 20,7, max 41,5); в группе сравнения – 30,8 (min 22,7, max 40,9).

Таблица 1 – Распределение исследуемых по степени ожирения

Масса тела	1 группа	2 группа
Нормальная	6 человек – 10%	5 человек – 7%
Избыточная масса тела	19 человек – 32%	25 человек – 35%
Ожирение 1 степени	28 человек – 48%	30 человек – 42%
Ожирение 2 степени	4 человека – 7%	8 человек – 11%
Ожирение 3 степени	2 человека – 3%	3 человека – 4%

Результаты. Достоверно выявлено преждевременное старение в основной группе (табл. 2). Наиболее неблагоприятная ситуация у пациентов в возрасте 30-39 лет, 40-49 лет, у которых средний БВ превышает средний календарный возраст (КВ) на 15-18 лет или на 38-41%. Несколько лучше ситуация у пациентов в возрасте 50-59 лет: средний БВ превышает средний КВ почти на 11 лет (19%). У пациентов в возрасте > 60 лет превышение ещё меньше – 6 лет (10%). Достоверно более благоприятная ситуация во 2 группе. Средний БВ превышает средний КВ у мужчин в возрасте 30-39 лет и 40-49 лет: 8 лет и 3 года или на 22 % и 7% соответственно. А в декадах 50-59 лет и > 60 лет средний БВ ниже среднего КВ: 1 год и 8 лет или 3% и 14% соответственно. Стоит отметить, что средний БВ в 1 группе в декаде 30-49 лет практически равен среднему БВ во 2 группе в декаде 50-59 лет.

Таблица 2 - Результаты анализа биологического возраста в группах.

Показатели	30-39 лет		40-49 лет		50-59 лет		>60 лет	
	Группы наблюдения							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Средний КВ	37,5	37,3	47,7	45,4	55,2	54,6	61,7	63,5
Средний БВ	53	45,5	66	48,4	65,9	53,5	67,7	55,1
Динамика, в годах	+15,5	+8,2	+18,3	+3	+10,7	-1	+6	-8
Динамика, в %	+41	+22	+38	+7	+19	-3	+10	-14

Таким образом, отмечается количественное и качественное ускорение старения у работников, подвергающихся воздействию производственной вибрации, тяжести, и напряженности трудового процесса, причём, эти показатели достоверно выше у лиц молодого возраста (30-49 лет), также показатели биологического возраста у пациентов, имеющих установленные профессиональные заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы значительно выше, чем у пациентов условно здоровых.

Полученные данные нуждаются в дальнейшем углублённом анализе, результатом которого должны стать методические рекомендации по дополнительным мерам, направленным на профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, сохранение

здоровья и трудового долголетия работающих в условиях воздействия тяжести трудового процесса и производственной вибрации.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). База ЕМИСС. Число лиц с впервые установленным диагнозом хронического профессионального заболевания (отравления) // <https://fedstat.ru/indicator/37341>

2. Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации в 2023 году». Федеральная служба государственной статистики, г. Москва, 2024 <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13264>

3. Прохоров Н.И., Донцов В.И., Крутько В.Н., Ходыкина Т.М. Биологический возраст как метод оценки уровня здоровья при наличии экологических рисков (обзор литературы) // Гигиена и санитария. - 2019. - Т. 98. - №7. - С. 761-765. doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-7-761-765

4. Бабанов С.А., Воробьева Е.В., Гайлис И.В. Особенности биологического старения в клинике профессиональных болезней. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 12, № 1 (6). 2010. С.1532-1534.

5. Алекбашева А.К., Хайбуллина А.А., Климов А.В., Денисов Е.Н. Влияние неправильного питания, малоподвижного образа жизни, вредных привычек и неполноценного сна на биологический возраст. Показатели преждевременного старения // Молодой ученый. – 2019. - №19 (257). – С. 69-71.

6. Каменева А.Д., Ноздрачева Е.В. Исследование влияния образа жизни на биологический возраст человека. Ученые записки Брянского государственного университета, 2021 (1). С.28-33.

7. Белозерова Л.М. Определение биологического возраста по анализу крови// Клиническая геронтология № 3. 2006. С.50-52.

Сведения об авторах.

Радоуцкая Елена Юрьевна - канд. мед. наук, доцент кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией, врач-невролог ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. SPIN-код: 4999-3446. AuthorID: 418038. ORCID ID: 0000-0002-6476-7951. elena_doctor@mail.ru

Свечкарь Полина Евгеньевна - главный врач клиники профпатологии и школьнообусловленных заболеваний, врач-профпатолог ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. SPIN-код: 9498-5077. AuthorID: 1212177. ORCID ID: 0000-0001-7419-2752. svechkar_pe@niig.su

Онищук Ярослава Игоревна - врач-невролог, профпатолог ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. ORCID ID: 0000-0002-7343-4809. yonishuk@mail.ru

Шмыгун Маргарита Владимировна - врач-дерматолог ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. shmygun_mv@niig.su

ЗНАЧЕНИЕ ЛОНГИТУДИНАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗДОРОВЬЕМ ДЕТЕЙ В ГИГИЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Рапорт И.К.

*ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, г. Мытищи*

В статье рассматривается возможность и целесообразность использования в гигиене лонгитудинальных наблюдений за здоровьем детей при изучении влияния экзогенных и эндогенных факторов. В качестве примера приведены краткие результаты медицинского наблюдения за здоровьем группы московских школьников с момента поступления в школу до ее окончания. Излагается методика качественного анализа течения патологических процессов с благоприятной или неблагоприятной динамикой при функциональных отклонениях и хронических заболеваниях, выявленных у школьников. Оценка изменений распространенности нарушений здоровья и особенностей их течения на различных этапах школьного онтогенеза при различных учебных нагрузках, психоэмоциональном и зрительном напряжении позволяют выявить неблагоприятные периоды в формировании здоровья детей и обосновать дифференцированные профилактические мероприятия.

Ключевые слова: гигиена, школьники, лонгитудинальные исследования, функциональные отклонения и хронические заболевания, течение патологических процессов, факторы риска здоровью.

THE IMPORTANCE OF LONGITUDINAL OBSERVATION OF CHILDREN'S HEALTH IN HYGIENE RESEARCH

Report I.K.

Federal Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman" of Rospotrebnadzor, Mytishchi,

The article considers the possibility and feasibility of using longitudinal observations of children's health in hygiene when studying the influence of exogenous and endogenous factors. As an example, brief results of medical observation of the health of a group of Moscow schoolchildren from the moment of entering school until its graduation are given. A methodology for qualitative analysis of the course of pathological processes with favorable or unfavorable dynamics in functional disorders and chronic diseases identified in schoolchildren is presented. The assessment of changes in the prevalence of health disorders and the characteristics of their course at various periods of school ontogenesis under various educational loads, psycho-emotional and visual stress allowed us to identify unfavorable periods in the formation of health and justify differentiated preventive measures.

Keywords: hygiene, schoolchildren, longitudinal studies, functional disorders and chronic diseases, course of pathological processes, health risk factors.

В психологии, педагогике и социологии в настоящее время достаточно широко применяются лонгитудинальные (лонгитюдные) исследования, при которых на протяжении определенного периода времени ведется научное наблюдение за определенным объектом (группами детей, молодежи,

профессиональными или социальными группами населения) по заранее составленной унифицированной программе и протоколу [1, 2]. Такого рода исследования позволяют наблюдать и фиксировать изменяющиеся со временем показатели, характерные для объекта исследования, а также выявлять факторы, влияющие на эти изменения. В протоколе проведения лонгитудинального исследования (ЛИ) должны быть заранее оговорены: объект и продолжительность исследования, периодичность регистрации показателей, методики получения этих показателей и выявления влияющих факторов, статистическая обработка данных, критерии оценки результатов. Строгое соблюдение протокола и методик исследования, максимальное сохранение на протяжении всего периода наблюдения всех участников, являющихся объектом исследования, – обязательные условия успешного проведения ЛИ и получения объективных результатов.

В гигиене также применяются ЛИ при изучении влияния тех или иных экзогенных факторов на здоровье определенных социальных или профессиональных групп населения. Такого рода исследования представляют особую ценность в гигиене детей и подростков, т.к. человеческий организм на протяжении первых двух десятилетий жизни находится в непрерывном физическом и психическом развитии. Причем системы организма, органы и внутриорганные структуры ребенка развиваются неравномерно и неодновременно (гетерохронно) с достаточно большими различиями в сроках формирования у разных детей и подростков в зависимости от наследственной предрасположенности и этнических особенностей. Одновременно в процессе роста и развития ребенок подвержен сложному влиянию множества эндогенных и экзогенных факторов, нередко приводящих к формированию функциональных отклонений, а в неблагоприятных случаях – хронических заболеваний.

Сотрудниками НИИ гигиены детей и подростков (Москва) в течение 60-х и 80-х годов прошлого века по единым методикам были проведены ЛИ физического развития школьников от момента поступления до завершения среднего общего образования [3]. На фоне социально-экономических изменений, происходящих в России на рубеже XX-XXI вв., чрезвычайно важным являлось изучение динамики физического развития детей и подростков. Сравнительный анализ полученных данных позволил выявить общие закономерности физического развития учащихся второй половины XX в. на протяжении школьного онтогенеза и особенности физического развития детей и подростков первого двадцатилетия XXI столетия [4, 5].

Помимо ЛИ, направленного на изучение физического развития, сотрудниками НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей (НЦЗД) проводилось одиннадцатилетнее лонгитудинальное наблюдение за состоянием здоровья школьников, обучавшихся в московских школах от 1-х до окончания 11-х классов. В динамике обучения детей в школе по показателям ежегодной оценки результатов медицин-

ского обследования вычислялись изменения распространенности функциональных отклонений и хронических заболеваний среди наблюдаемого контингента. Однако следует учесть, что при одних и тех же статистических показателях (распространенность заболеваний и функциональных отклонений) может отмечаться как преимущественно благоприятное течение патологических процессов, так и неблагоприятное – утяжеление клинической симптоматики, развитие осложнений. Комплексные и регулярные (ежегодные) медицинские осмотры каждого ребенка позволяют выявить индивидуальную динамику течения патологических процессов на разных этапах школьного онтогенеза, а обобщение данных по половым и возрастным группам дает возможность определить половой диморфизм и возрастные изменения в развитии заболеваний у обучающихся, а также факторы риска прогрессирования нарушений здоровья.

Оценка течения патологических процессов при хронических заболеваниях и функциональных отклонениях в динамике одиннадцатилетнего наблюдения за здоровьем одних и тех же школьников названа нами «качественный анализ результатов лонгитудинального исследования». Качественный анализ позволяет дополнить и углубить оценку результатов количественного анализа частоты встречаемости нарушений здоровья, сделать более объективными выводы и научно обосновать практические рекомендации [5, 6]. Эта методика была впервые разработана и апробирована в НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков НЦЗД в 2006 году [7].

Целью исследования являлась апробация сочетанной количественной и качественной оценки динамики показателей состояния здоровья учащихся на различных этапах школьного онтогенеза как метода гигиенических исследований.

Объект и методы исследования. Объектом исследования являлись учащиеся 4 московских школ, расположенных в разных административных округах столицы, с момента поступления детей в 1-е классы до завершения среднего общего образования в 11-х классах. Группа детей, поступивших в 1-е классы, составляла 439 чел. (212 мальчиков и 227 девочек). Особенностью длительного ЛИ является постепенное уменьшения числа наблюдаемых лиц, что связано с переходом детей в другие образовательные организации. К концу I этапа наблюдения (к концу 4-х классов) под наблюдением оставалось 206 мальчиков и 215 девочек; к концу II этапа (в конце 7-х классов) – 180 и 203, соответственно; к концу III этапа (в конце 9-х классов) – 155 и 149 соответственно. Особенно сократилась группа наблюдения на IV этапе, когда после завершения основного общего образования в 9-х классах значительное число школьников перешли на обучение в учреждения среднего профессионального образования и в другие школы с профильным обучением, соответствующим интересам и способностям каждого учащегося. В итоге к концу 11-х классов в группу наблюдения входили 71 юноша и 82 девушки.

Весь период школьного онтогенеза условно был разбит на четыре этапа: 1-4 классы (дети 7-10 лет), 5-7 классы (дети 11-13 лет), 8-9 классы (дети 14-15 лет), 10-11 классы (дети 16-17 лет). I этап рассматривался как период адаптации детей к началу систематического обучения в школе; II этап – период адаптации к предметной форме обучения; III этап – период завершения основного (неполного) общего образования и подготовки к основному государственному экзамену (ОГЭ); IV этап – период завершения среднего общего образования и подготовки к единому государственному экзамену (ЕГЭ).

Динамика течения функциональных отклонений и хронических заболеваний (по классам МКБ-10, основным группам и наиболее часто встречающимся нозологиям) у каждого ребенка рассматривалась по этапам: с 1-го класса по 4-й класс включительно; с 5-го по 7-й класс включительно (при этом проводилось сопоставление показателей учащихся 5-х классов с показателями 4-х классов); с 8-го по 9-й класс включительно (при этом проводилось сопоставление показателей учащихся 8-х классов с показателями 7-х классов); с 10-го класса по 11-й класс включительно (при этом проводилось сопоставление показателей учащихся 10-х классов с показателями 9-х классов). Таким образом непрерывно на всем протяжении школьного онтогенеза была прослежена динамика течения патологических процессов у каждого учащегося, а также по возрастным и половым группам.

По результатам ежегодного обследования у каждого ребенка оценивалось течение патологических процессов за анализируемый год в сравнении с предыдущим годом по всем выявленным у него хроническим заболеваниям, функциональным расстройствам и отклонениям в физическом развитии. По каждому нарушению здоровья индивидуально определялась (по предварительно разработанным критериям оценки) «благоприятная динамика» («улучшение»), «неблагоприятная динамика» («ухудшение») и «отсутствие динамики» в течении патологических процессов.

Помимо двухгодичной (попарной) сравнительной оценки, на основании данных катамнестического (ретроспективного) прослеживания подсчитывалось (по половым группам отдельно) процентное соотношение хронических заболеваний и функциональных отклонений (раздельно), выявленных у наблюдаемых школьников в течение каждого из вышеуказанных этапов ЛИ и протекавших на рассматриваемом этапе с «улучшением», с «ухудшением» или с отсутствием клинических изменений («без динамики»).

В тех случаях, когда хроническое заболевание или функциональное отклонение у ребенка протекало не стабильно на протяжении одного из этапов (в какие-то года с улучшением, в другие года с ухудшением или с отсутствием динамики) обобщенная индивидуальная «этапная оценка» давалась по преобладающему количеству «ухудшений» или «улучшений» и по оценке последнего года рассматриваемого периода, т.е. в конце 4-го, 7-го, 9-го и 11-го классов. В таких случаях процентное соотношение хро-

нических заболеваний и функциональных отклонений, выявленных у школьников на данном этапе наблюдения и протекавших с «улучшением», с «ухудшением» или «без динамики», давалось на основании подсчетов соотношений индивидуальных «этапных оценок» течения патологических процессов.

При ежегодном медицинском обследовании школьников к работе были привлечены врачи-специалисты разного профиля: педиатры, кардиолог, невролог, оториноларинголог, офтальмолог, ортопед, проводились консультации эндокринолога. Использовались функциональные пробы, физиометрические тесты, оценивалось физическое развитие школьников, регистрировались ЭКГ и АД, проводилось анкетирование для выявления жалоб детей, их режима дня и поведенческих факторов риска. На протяжении всего периода ЛИ медицинские обследования школьников осуществлялись ежегодно в апреле одной и той же бригадой врачей по одним и тем же методикам. При исследовании соблюдались этические нормы Хельсинкской декларации. Родители школьников ежегодно подписывали письменное добровольное информированное согласие на участие детей в исследованиях, одобренное Локальным научно-этическим комитетом НЦЗД РАМН. Статистическая обработка результатов исследования проводилась общепринятыми методами.

Результаты исследования. На основании изучения изменений распространенности функциональных отклонений и хронических заболеваний в процессе школьного онтогенеза установлено, что состояние здоровья школьников ухудшается от младших классов к старшим: за одиннадцать лет обучения в одной и той же группе школьников распространенность функциональных отклонений выросла на 14,7%, а хронических заболеваний – на 52,8%. Изменения показателей заболеваемости не носят линейный характер: выявлены периоды некоторого снижения частоты встречаемости функциональных отклонений и хронических заболеваний (4-6 классы) и периоды быстрого роста показателей (1-3, 7-8 классы и особенно 9-11 классы).

Результаты исследований показали, что, как в структуре функциональных отклонений, так и в структуре хронической патологии, одно из первых ранговых мест занимают функциональные нарушения и хронические заболевания органов пищеварения. Распространённость функциональных нарушений (функциональная диспепсия, дискинезия желчевыводящих путей, функциональные кишечные нарушения, пищевая аллергия) в процессе школьного онтогенеза снижается с 599‰ до 177‰, а частота хронических заболеваний (хронический гастродуоденит, язвенная болезнь, хронический колит, болезни гепатопанкреатобилиарной системы) возрастает с 70‰ до 281‰.

Качественный анализ течения патологических процессов показал, что у мальчиков наиболее неблагоприятно функциональные расстройства протекают в 5-7 классах (частота случаев «ухудшения» составляет $34,4 \pm 3,5\%$), а у девочек – в 7-9 классах ($31,5 \pm 3,8\%$) и в 10-11 классах ($50,0 \pm 5,5\%$). Рас-

пространенность неблагоприятно протекающих хронических заболеваний органов пищеварения у мальчиков наиболее высокая в 5-7 ($42,2\pm 3,1\%$) и 10-11 классах ($45,1\pm 5,9\%$), а у девочек – в 5-7 классах ($45,3\pm 3,5\%$), 8-9 ($52,3\pm 4,1\%$) и несколько меньше в 10-11 классах ($36,6\pm 5,3\%$). В средних и старших классах наблюдался у некоторых школьников переход функциональных расстройств в хронические заболевания, в частности переход функциональной диспепсии в хронический гастродуоденит и язвенную болезнь, что было подтверждено данными эзофагогастродуоденоскопии.

Эндокринно-обменные нарушения, включая избыток и дефицит массы тела, а также ожирение, относятся к распространенным нарушениям здоровья среди школьников. По данным ЛИ частота встречаемости функциональных нарушений эндокринной системы и обмена веществ (диффузный нетоксический зоб I ст., дефицит массы тела, избыток массы тела, юношеская гинекомастия) за 11 лет обучения увеличилась с 166‰ до 190‰, а распространенность хронических заболеваний (ожирение, сахарный диабет, диффузный нетоксический зоб II-III ст. и др.) – с 32‰ до 85‰.

При качественном анализе течения функциональных эндокринно-обменных нарушений было установлено, что у мальчиков эти нарушения неблагоприятно протекают, начиная с 5-го класса до окончания школы (случаи «ухудшения» составляют на разных этапах от $31,6\pm 3,7\%$ до $42,3\pm 5,9\%$), а у девочек – от 5-го до 9-го класса (случаи «ухудшения» от $31,5\pm 3,8\%$ до $36,9\pm 3,4\%$). Хронические заболевания, в основном ожирение, у мальчиков клинически прогрессирует на этапе обучения в 5-7 классах (случаи «ухудшения» составляют $75,0\pm 3,2\%$) и в 8-9 классах (случаи «ухудшения» $50,3\pm 4,0\%$). У девочек прогрессирование хронических эндокринных болезней, в основном ожирения, констатировано в 8-9 классах в $32,9\pm 3,8\%$ случаев.

Функциональные нарушения нервной системы и психической сферы в структуре функциональных отклонений, выявленных у школьников в 1-9 классах, занимают второе-третье ранговые места, а в старших классах – первое. От 1-го к 11-му классу частота этих функциональных расстройств (нервной системы и психической сферы вместе) возросла с 658‰ до 790‰, причем распространенность функциональных расстройств именно нервной системы (вегетативно-сосудистая дистония легкой степени, цефалгия напряжения и др.) выросла с 257‰ до 370‰, а частота психических расстройств функционального уровня (невротические и гиперкинетические реакции, нарушения сна), находясь на высоком уровне в начальных классах (401‰), к средним классам снизилась (151‰), а к старшим классам существенно увеличилась и достигла 420‰. Распространенность хронических заболеваний нервной системы и психической сферы (вместе) от 1-го к 11-му классу практически не изменилась (80-90‰). Распространенность хронических болезней именно нервной системы (эписиндром, последствия ДЦП, синдром головных болей, синдром вегетативной дисфункции средней и тяжелой степеней) увеличилась незначительно с 21‰ до 33‰, а час-

тота синдромально очерченных психических расстройств (неврозы, неврозоподобные состояния, психопатии и др.) даже снизилась с 75‰ до 39‰.

Качественный анализ течения функциональных нервно-психических нарушений показал, что у мальчиков прогрессирование расстройств встречается наиболее часто в 8-9 и 10-11 классах (случаи «ухудшения» составляют $31,6 \pm 3,7\%$ и $45,1 \pm 5,9\%$), а у девочек – в 5-7, 8-9 и 10-11 классах («ухудшение» в $31,0 \pm 3,2\%$, $50,3 \pm 4,1\%$ и $56,1 \pm 5,5\%$ случаев, соответственно). Максимальное количество случаев неблагоприятно протекающих хронических заболеваний нервной системы и психической сферы у мальчиков констатировано в начальных классах ($28,6 \pm 3,1\%$), а у девочек – в 8-9 классах ($57,1 \pm 4,1\%$) и 10-11 классах ($50,0 \pm 5,5\%$).

Ведущие ранговые места в структуре функциональных отклонений и в структуре хронических заболеваний, выявленных у школьников при ЛИ, занимают нарушения зрения. Распространенность функциональных нарушений зрения, вызванных в основном спазмом аккомодации и миопией легкой степени, за период одиннадцатилетнего обучения школьников увеличилась вдвое (с 219‰ до 453‰), а частота хронической патологии, представленной в основном миопией средней и высокой степеней, амблиопией, возросла почти в шестнадцать раз (с 11‰ до 170‰). На протяжении всего ЛИ была зафиксирована высокая частота прогрессирования функциональных расстройств: у мальчиков случаи «ухудшения» составляли от $34,2 \pm 3,8\%$ до $58,9 \pm 3,7\%$, а у девочек – от $39,0 \pm 5,4\%$ до $59,1 \pm 3,4\%$. Хронические заболевания у мальчиков особенно часто прогрессировали в 8-9 классах ($66,5 \pm 3,8\%$), у девочек – в 5-7 классах ($74,9 \pm 3,0\%$) и 8-9 классах ($62,4 \pm 4,0\%$). В старших классах почти в 50% случаев отмечалась стабилизация патологических процессов, т.е. отсутствие прогрессирования миопии, что связано с естественными биологическими процессами.

Обсуждение результатов исследования. Количественный и качественный анализ результатов ЛИ позволил выявить этапы школьного обучения с высокой частотой случаев неблагоприятно протекающих функциональных отклонений и хронических заболеваний нервной системы и психической сферы, а также органа зрения. Функциональные нервно-психические нарушения неблагоприятно протекают у мальчиков в 8-11 классах, у девочек – в 5-11 классах; хронические заболевания (в основном неврозы) – у мальчиков в 1-4 классах, у девочек в 8-11 классах. Функциональные нарушения зрения прогрессируют у мальчиков и девочек на протяжении всего периода обучения в 1-11 классах, а хронические болезни зрительного анализатора – у мальчиков в 8-9 классах, а у девочек в 5-9 классах. В развитии указанных нарушений можно предположить неблагоприятное влияние, так называемых «школьных факторов» – большой учебной нагрузки, длительного психоэмоционального напряжения и стрессов, зрительного напряжения, обусловленного, в том числе, использованием электронных девайсов [8, 9].

Причинами неблагоприятного течения функциональных нарушений и хронических заболеваний органов пищеварения, наряду с обострением инфекции (*Helicobacter pylori*), может являться психоэмоциональное напряжение школьников, способствующее развитию психосоматических заболеваний [10].

Функциональные эндокринно-обменные нарушения протекают с неблагоприятной динамикой у мальчиков в 5-11 классах, а у девочек – в 5-9 классах; хронические заболевания – у мальчиков в 5-9 классах, у девочек в 8-9 классах, что, скорее всего, преимущественно связано с гормональной перестройкой организма подростков в пре- и пубертатный период.

Заключение. Использование лонгитудинального медицинского наблюдения в гигиенических исследованиях как метода выявления и оценки динамики нарушений здоровья детей и подростков имеет существенное значение, т.к. дает возможность получить большой объем объективной научной информации о процессах формирования здоровья детей. Сочетание лонгитудинального наблюдения за здоровьем с параллельной количественной оценкой интенсивности воздействия экзогенных факторов, в том числе семейно-бытовых, психолого-педагогических, социально-экономических и экологических, на разных этапах онтогенеза позволит более точно определить факторы риска здоровью, построить прогностические модели, разработать научно обоснованные профилактические мероприятия, дифференцированные в зависимости от воздействующих факторов, пола и возраста детей и подростков.

Библиографический список

1. Корнилова С.А. Лонгитюдные исследования: теория и практика // Экспериментальная психология. – 2011.– Т.4.–№4.– С.101-116. Издатель: ФГБОУ «Московский государственный педагогический университет», Москва.
2. Ployhart R.E., Vanderberg R.J. Longitudinal research: The theory, design and analysis of change // Journal of Management. – 2010.–V. 36.– №1.–P. 94-120.
3. Ямпольская Ю.А., Скоблина Н.А., Бокарева Н.А. Лонгитудинальные исследования показателей физического развития школьников (1960-е, 1980-е, 2000-е годы) // Вестник антропологии. – 2011.–№20. – С.63-70. Издатель и учредитель: Института этнологии и антропологии им. Н. Н. Миклухо-Маклая РАН, Москва.
4. Кучма В.Р., Милушкина О.Ю., Скоблина Н.А. Морфофункциональное развитие современных школьников /В.Р. Кучма, и др. – М.: ГЭОТА-Медиа, Москва. – 2018.– 352 с.
5. Физическое развитие и состояние здоровья детей и подростков в школьном онтогенезе (лонгитудинальное исследование) : монография / под ред. В.Р. Кучмы, И.К. Рапопорт. – Издательство «Научная книга», Москва. –2021. – 350 с.
6. Кучма В.Р., Рапопорт И.К., Сухарева Л.М., Скоблина Н.А., Седова А.С., Чубаровский В.В., Соколова С.Б. Здоровье детей и подростков в школьном онтогенезе как основа совершенствования системы медицинского обеспечения и санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021.– Т. 65 (4).–С. 325-333. Издательство Медицина, Москва.
7. Рапопорт И.К., Ямпольская Ю.А., Чубаровский В.В., Бережков Л.Ф., Цамерян А.П., Березина Н.О. Дифференцированный подход к оценке динамики показателей состояния здоровья подростков по результатам профилактических медицинских осмотров (методические рекомендации). Гигиена детей и подростков. Сб. нормативно-

методических документов / Под ред. члена-корр. РАМН В.Р. Кучмы. М.: Издательство ФГБУ НИЦД РАМН. –2013.–С. 93-110.

8. Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Степанова М.И., Храмцов П.И., Александрова И.Э., Соколова С.Б. Научные основы и технологии обеспечения гигиенической безопасности детей в «цифровой среде»// Гигиена и санитария. – 2019.– Т.98.-№12.–С.1385-1391. Издательство Медицина, Москва. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-12-1385-1391>

9. Милушкина О.Ю., Попов В.И., Скоблина Н.А., Маркелова С.В., Соколова Н.В. Использование электронных устройств участниками образовательного процесса при традиционной и дистанционной форме обучения // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2020.– №3.– С.85-91. Журнал РНИМУ им Н.И. Пирогова, Москва. <https://doi: 10.24075/vrgmu.2020.037>.

10. Крюков А.Я., Лазебник Л.Б., Курамшина О.А., Габбаева Л.В. Клинико-функциональные, патогенетические особенности язвенной болезни у лиц молодого возраста // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга.– 2013.– №1.– М13-М13в. Издательство ООО «Деловая Пресса», Санкт-Петербург.

Сведения об авторе.

Рапопорт Ирина Калмановна, доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела гигиены детей, подростков и молодежи Института комплексных проблем гигиены ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, г. Мытищи, Московская область, Россия. E-mail: ikrapoport@yandex.ru. SPIN-код 9724-7019 PИНЦ Author ID 594782 <http://orcid.org/0000-0002-9989-4491>

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ НЕСООТВЕТСТВИЙ КАЧЕСТВУ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ВОДЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

*Рахимова А.Р.¹, Валеев Т.К.¹, Сулейманов Р.А.¹, Рахматуллин Н.Р.¹,
Бактыбаева З.Б.¹, Степанов Е.Г.^{1,2}*

¹*ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» Роспотребнадзора Россия, г. Уфа*

²*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»*

В статье проведены результаты исследования по оценке и анализу частоты встречаемости несоответствий качеству по микробиологическим показателям питьевой воды из централизованных систем водоснабжения отдельных территорий Республики Башкортостан. В качестве материалов исследования использовались результаты лабораторного контроля качества воды в 46 мониторинговых точках, обработанные с помощью программы Jupyter Notebook и языка программирования Python. Для анализа данных применялись библиотеки pandas и numpy, а также формула для расчёта частоты встречаемости микробиологических показателей.

Результаты показали, что наиболее часто встречаются общие колиформные бактерии. Отклонений по показателю общего микробного числа (ОМЧ) не выявлено. В заключении отмечено, что низкие результаты ОМЧ не отражают полной картины санитарно-микробиологической безопасности воды. Для снижения рисков, связанных с микробиологическим загрязнением, рекомендуется усилить санитарно-гигиенический контроль, расширить зоны санитарной охраны вокруг источников водоснабжения и информировать население о правильном размещении колодцев.

Ключевые слова: питьевая вода, микроорганизмы, энтерококки, кишечная палочка, колиформные бактерии.

FREQUENCY-SELECTIVE PROPERTIES OF MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION IN WATER PURIFICATION SYSTEMS OF CENTRALIZED WATER SUPPLY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

*Rakhimova A.P.¹, Valeev I.K.¹, Sulaymanov R.A.¹, Rakhmatullin N.R.¹,
Bakhtybaeva Z.B.¹, Stepanov E.G.^{1,2}*

¹*Ufa Research Institute of Occupational Medicine
and Human Ecology Russia, Ufa*

²*Ufa State Petroleum Technological University*

The article presents the results of laboratory studies on the frequency-selective properties of microbiological contamination in water purification systems of centralized water supply of the Republic of Bashkortostan. The material of the study is the results of laboratory control of water in 46 monitored points, processed using Jupyter Notebook and the Python

programming language. The analysis of the primary biometric data: and npr, a matrix formula for calculating the frequency characteristics of microbiological contamination.

The results of the study: frequency characteristics of the general coliform bacteria. The number of microorganisms per unit volume (OMU) is not revealed. In the absence of results: OMU is not detected: the full range of sanitary-microbiological safety of water. For lowering the risk, sewage microbiological control, the development of sanitary-epidemiological control, the calculation of the zone of sanitary protection, the protection of water sources: the sources of centralized water supply and information on the presence or prevalence of pathogenic colloids.

Keywords: drinking water, microorganisms, enterococci, fecal coliform bacteria, coliform bacteria.

Оценка микробного загрязнения питьевой воды играет ключевую роль в обеспечении ее безопасности. Это важно для понимания исходных условий, оценки эффективности профилактических мер и расследования вспышек заболеваний, связанных с водой [1].

На качество питьевой воды централизованного водоснабжения могут оказывать такие факторы как – аварийность и износ водопроводной сети. По результатам литературных данных недостаточная надежность систем централизованного водоснабжения может рассматриваться как фактор риска, оказывающий влияние на заболеваемость кишечными инфекциями [2].

Основой гигиенических требований к качеству питьевой воды являются ее свойства, которые напрямую влияют на здоровье человека и условия его жизни. Некачественная вода может вызывать инфекционные и неинфекционные заболевания, а также интоксикации. Кроме того, неприятные органолептические свойства воды, такие как запах, вкус и цвет, могут привести к отказу населения от ее употребления.

Эпидемиологическая безопасность питьевой воды обеспечивается путем удаления из нее патогенных микроорганизмов. Спектр микроорганизмов, которые могут содержаться в воде, чрезвычайно разнообразен, поэтому для оценки эпидемиологической ситуации чаще используются косвенные показатели. Например, критерием благополучной ситуации в отношении бактериального загрязнения воды является отсутствие в 100 мл питьевой воды общих и термотолерантных колиформных бактерий, что рекомендовано Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

Общие колиформные бактерии способны сбраживать лактозу при температуре 37° С, а термотолерантные колиформные бактерии — при температуре 45° С. Однако исследования показывают, что отсутствие лактозоположительных кишечных палочек в 100 мл воды не гарантирует полное отсутствие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Это означает, что оценка качества питьевой воды может не всегда соответствовать реальной эпидемиологической ситуации. Причина заключается в том, что данный показатель не учитывает колиформные бактерии, которые могут утрачивать способность сбраживать лактозу под

воздействием обеззараживающих агентов или других факторов окружающей среды.

Распространение инфекционных заболеваний бактериальной природы можно предотвратить даже при децентрализованном водоснабжении, но только при строгом соблюдении всех санитарно-гигиенических требований. Это подчеркивает необходимость постоянного мониторинга и улучшения методов оценки качества воды для обеспечения безопасности населения [3].

Энтерококки рассматриваются как индикаторы недавнего фекального загрязнения, поскольку они обладают низкой устойчивостью к условиям окружающей среды. Этот показатель используется в качестве дополнительного критерия оценки. В то же время, повышенная концентрация термотолерантных бактерий свидетельствует о более давнем загрязнении, что позволяет дифференцировать временные рамки загрязнения водных ресурсов [4, 5, 6].

Цель работы. Оценка микробиологической безопасности питьевой воды централизованных систем водоснабжения для обоснования профилактических мероприятий по минимизации риска здоровью населения Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования были использованы результаты лабораторного контроля питьевой воды в 46 мониторинговых точках по Республике Башкортостан (РБ) за период 2021 по 2023 гг по санитарно-микробиологическим показателям.

Для обработки и анализа данных использовалась программа Jupyter Notebook, в которой был задействован язык программирования Python. Для импорта данных из файла Excel применялась команда `mb = pd.read_excel`, а также библиотеки `pandas` и `numpy`. Сбор и хранение данных осуществлялись в таблицах формата Excel. Расчёт частоты встречаемости микробиологических показателей выполнялся по следующей формуле:

Частота встречаемости = (количество точек с обнаруженными микроорганизмами) / (общее количество мониторинговых точек). Для оценки наличия кишечных бактерий в коде использовался критерий "обнаружено", который не учитывал конкретное количество колониобразующих единиц (КОЕ). Вместо этого анализировалось общее количество случаев обнаружения кишечных бактерий за период с 2021 по 2023 годы.

Результаты. Исходя из результатов (Таблица) анализа частоты встречаемости микробиологических показателей на 46 точках питьевой воды частота встречаемости составляет:

- *Escherichia coli* (кишечная палочка) 6,52% точек.
- Энтерококки присутствуют 10,86% точек
- Общие колиформные бактерии обнаружены 32,60%

- Термотолерантные колиформные бактерии встречаются 2,17% точек.

Отклонений по показателю общее микробное число (ОМЧ) за период 2021-2023гг не обнаружено. (не более 50 – централизованное, не более 100 -нецентрализованное водоснабжение).

Обсуждение. Проведённые исследования показали, что обобщённые колиформные бактерии (ОКБ) имеют более высокую распространённость по сравнению с другими микробиологическими показателями. В целом, ситуация с микробиологическим загрязнением питьевой воды в Республике Башкортостан не вызывает значительных опасений, но данных точек недостаточно для предоставления полной картины. Например, не до конца изучены источники нецентрализованного водоснабжения, такие как природные родники и колодцы. Анализ научной литературы подтверждает, что ОКБ могут рассматриваться как один из наиболее надёжных санитарно-микробиологических индикаторов качества воды, указывающих на возможное фекальное загрязнение (табл).

Таблица - Расчет частоты встречаемости через программу Jupiter Notebook

Создание кода Python для расчета в jupyter notebook		
Наименование в excel	Единицы измерения/отсутствие в 100 см ³	Расчет частоты встречаемости
Escherichia coli	КОЕ/100 см ³	ecoli_frequency 6.52
Энтерококки	КОЕ/100 см ³	enterococci_frequency 10.86
Обобщенные колиформные бактерии	КОЕ/100 см ³	total_coliforms_frequency 32.60
Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ/100 см ³	thermotolerant_coliforms_frequency 2.173
Выполняемые операции в jupyter notebook. Код		
<pre># Общее количество точек total_points = 46 # Подсчет частоты встречаемости "обнаружено" для Escherichia coli, Энтерококков, ОКБ, ТКБ ecoli_count = (mb['Escherichia coli'] == 'обнаружено').sum() enterococci_count = (mb['Энтерококки'] == 'обнаружено').sum() total_coliforms_count = (mb['Общие колиформные бактерии'] == 'обнаружено').sum() thermotolerant_coliforms_count = (mb['Термотолерантные колиформные бактерии'] == 'обнаружено').sum() # Расчет частоты в процентах ecoli_frequency = (ecoli_count / total_points) * 100 enterococci_frequency = (enterococci_count / total_points) * 100 total_coliforms_frequency = (total_coliforms_count / total_points) * 100 thermotolerant_coliforms_frequency = (thermotolerant_coliforms_count / total_points) * 100</pre>		

Однако некоторые источники отмечают, что данный показатель имеет определённые ограничения, поскольку в группу ОКБ входят не только фекальные микроорганизмы, но и свободноживущие бактерии. Несмотря на это, ОКБ продолжают оставаться важным индикатором фекального загрязнения, что подчёркивает их значимость в оценке качества воды [7].

Термин «обобщённые колиформные бактерии» (ОКБ) охватывает широкий спектр микроорганизмов, включая представителей порядка *Enterobacteriales*, как лактозоположительных, так и лактозоотрицательных. Эти бактерии являются грамотрицательными, оксидазоотрицательными и не образуют спор. Они способны ферментировать глюкозу с образованием кислоты и газа при температуре 36 ± 1 °C в течение 24 часов. Такие характеристики делают ОКБ надёжным индикатором, позволяющим исключить присутствие в воде патогенных (например, *Salmonella*, *Shigella*) и условно-патогенных микроорганизмов (таких как *Proteus*, *Serratia*, *Morganella*, *Hafnia*, *Yersinia* и др.).

Особое значение имеет обнаружение в воде *Escherichia coli* (*E. coli*), что свидетельствует о недавнем фекальном загрязнении и указывает на потенциальную эпидемическую опасность. Наличие *E. coli* требует незамедлительного принятия мер для предотвращения возможных вспышек инфекционных заболеваний.

В то же время, показатель термотолерантных колиформных бактерий, основанный на их способности расти при повышенных температурах, не связан с патогенными свойствами этих микроорганизмов. Более того, он не включён в современную международную классификацию энтеробактерий. Учитывая это, а также отсутствие эпидемиологической и экономической целесообразности, данный показатель следует исключить из системы санитарно-бактериологического контроля качества воды.

Таким образом, мониторинг ОКБ и *E. coli* остаётся ключевым инструментом для оценки безопасности питьевой воды. Эти показатели позволяют своевременно выявлять риски и принимать меры для защиты здоровья населения. Однако при пересмотре системы контроля важно учитывать международные стандарты и рекомендации, такие как руководства Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), чтобы обеспечить соответствие современным требованиям [8].

В зарубежной литературе уделяется внимание разработке новых методов обнаружения и индикации патогенных микроорганизмов в питьевой воде, а также влияние хранения питьевой воды и транспортировки потребителю на ее качество. Качество воды по микробиологическим показателям не является стабильным параметром, так как подвержено колебаниям из-за случайного загрязнения, требует постоянного контроля. Качество питьевой воды по санитарно-микробиологическим показателям зависит от состояния источников водоснабжения [9, 10, 11].

Помимо прямого анализа качества питьевой воды, в зарубежных исследованиях активно применяются дополнительные методы, такие как анкетирование, направленные на улучшение систем водоснабжения и снижение рисков микробиологического загрязнения. Эти методы позволяют оценить влияние качества воды на здоровье населения, особенно в уязвимых группах, таких как дети [12, 13, 14, 15].

Заключение. Таким образом исследованием установлено, что на отдельных территориях РБ качество воды не может в полной мере гарантировать безопасность хозяйственно-питьевого использования. Наиболее высокую частоту встречаемости в питьевой воде имеют термотолерантные колиформные бактерии и энтерококки. Кишечные микроорганизмы широко распространены в окружающей среде и могут представлять риск для здоровья населения.

Для снижения риска для здоровья населения от микробиологического загрязнения питьевой воды необходимо:

- избегать фекального загрязнения питьевой воды в нецентрализованных источниках водоснабжения;
- проводить строгий санитарно-гигиенический контроль за мониторинговыми точками питьевой воды;
- устанавливать и расширять зоны санитарной охраны вокруг нецентрализованных источников водоснабжения;
- информировать жителей сельской местности о правильном размещении колодцев для предотвращения загрязнения источников нецентрализованного водоснабжения;
- расширять количество точек для мониторинга.

Эти меры помогут обеспечить безопасность питьевой воды и защитить здоровье населения от потенциальных рисков, связанных с микробиологическим загрязнением.

Библиографический список

1. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. — 4th ed. — Geneva: World Health Organization, 2017. — 532 p.
2. Sikder, S. K., Ahmed, T., Rahman, M. M., et al. Microbial quality of drinking water and associated health risks in Dhaka, Bangladesh // *Science of the Total Environment*. — 2021. — Vol. 754. — P. 142209. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.142209.
3. Алешня, В. В., Журавлев, П. В., Седова, Д. А. и др. Балльная оценка потенциального риска возникновения ОКИ, передаваемых водным путем // *Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: материалы Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина» Минздрава России: в 2 ч.* — М., 2016. — Т. 1. — С. 41–44.
4. *Общая гигиена: учебное пособие* / А. М. Большаков, В. Г. Маймулов [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: ГЭОТАР-Медия, 2009. — 832 с.
5. Кондакова, Г. В. *Санитарная микробиология: текст лекций* / Г. В. Кондакова. — Ярославль: ЯрГУ, 2005. — 84 с. — ISBN 5-8397-0363-X.

6. Bain, R., Bartram, J., Elliott, M., et al. A summary catalogue of microbial drinking water tests for low and medium resource settings // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2012. — Vol. 9, No. 5. — P. 1609–1625. — DOI: 10.3390/ijerph9051609.

7. Bain, R., Cronk, R., Hossain, R., et al. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review // *Tropical Medicine and International Health*. — 2014. — Vol. 19, No. 8. — P. 917–927. — DOI: 10.1111/tmi.12339.

8. Тымчук, С. Н., Ларин, В. Е., Соколов, Д. М. Наиболее значимые санитарно-микробиологические показатели оценки качества питьевой воды // *Водоснабжение и санитарная техника*. — 2013. — № 11. — С. 8–14.

9. Загайнова, А. В., Трухина, Г. М., Рахманин, Ю. А., Артемова, Т. З., Сухина, М. А. Обоснование введения индикаторных показателей «Обобщённые колиформные бактерии» и «*Escherichia coli*» в систему санитарно-эпидемиологического контроля безопасности питьевой воды // [Название журнала]. — 2020. — С. 1353–1359.

10. Хаффарессас, Яс., Хамоуди, С., Моуффок, Ф. Микробиологический анализ воды // *Биология в сельском хозяйстве*. — 2019. — № 4 (25). — С. 19–28.

11. Wright, J., Gundry, S., Conroy, R. Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use // *Tropical Medicine & International Health*. — 2004. — Vol. 9, No. 1. — P. 106–117. — DOI: 10.1046/j.1365-3156.2003.01160.x.

12. Asefa, Y. A., Alemu, B. M., Baraki, N., Mekbib, D., Mengistu, D. A. Bacteriological quality of drinking water from source and point of use and associated factors among households in Eastern Ethiopia // *PLoS ONE*. — 2021. — Vol. 16, No. 10. — e0258806. — DOI: 10.1371/journal.pone.0258806.

13. Luby, S. P., Halder, A. K., Huda, T. M., Lea, ... Microbiological contamination of drinking water associated with subsequent child diarrhea // *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. — 2015. — Vol. 93, No. 5. — P. 904–911. — DOI: 10.4269/ajtmh.15-0274.

14. Augusto, E., Aleixo, J., Chilala, F. D., Chilundo, A. G., Gaspar, B., Bila, C. G. Physical, chemical and microbiological assessments of drinking water of small-layer farms // *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. — 2022. — Vol. 89, No. 1. — P. 2067. — DOI: 10.4102/ojvr.v89i1.2067.

15. Graham, J. P., Amato, H. K., Mendizabal-C..., R. Waterborne Urinary Tract Infections: Have We Overlooked an Important Source of Exposure? // *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. — 2021. — Vol. 105, No. 1. — P. 12–17. — DOI: 10.4269/ajtmh.20-1271.

Сведения об авторах.

Рахимова Альбина Рамилевна – младший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: al8ina.faizullina@yandex.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9963-6222>.

Валеев Тимур Камилевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: valeevtk2011@mail.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7801-2675>.

Сулейманов Рафаил Анварович – доктор медицинских наук, заведующий отделом медицинской экологии, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: rafs52@mail.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4134-5828>.

Рахматуллин Наиль Равилович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: nailnii@mail.ru. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3091-8029>.

Бактыбаева Зульфия Булатовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека, ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; e-mail: baktybaeva@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1249-7328>.

Степанов Евгений Георгиевич – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий отделом комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». 450106, Россия, г. Уфа, ул. С. Кувыкина, 94; профессор ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», e-mail: doctorse@mail.ru ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1917-8998>.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ГИГИЕНУ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Рахмонбердиев М.А.¹, Кучкарова Б.К.¹, Уббиниязова К.Т.^{2,3}

¹Чирчикский филиал Ташкентской медицинской академии,
г. Чирчик, Узбекистан

²Республиканский специализированный научно-практический медицинский
центр эпидемиологии, микробиологии, инфекционных и паразитарных за-
болеваний, г. Ташкент, Узбекистан

³Ташкентская медицинская академия, г. Ташкент, Узбекистан

В данной статье показано современное формирование здоровья детей и подростков, гигиена их образовательной деятельности, гигиена двигательной активности и физического воспитания детей, гигиена трудового воспитания, обучения и профессионального образования, гигиена питания детей и подростков. В статье широко отражены гигиенические требования к основам формирования здорового образа жизни, гигиеническому образованию и воспитанию, медицинскому и санитарно-эпидемиологическому обеспечению населения детского и подросткового возраста в Узбекистане.

Ключевые слова: здоровье детей и подростков, гигиена, здоровый образ жизни, образование и воспитание, медицина и санитария, эпидемиология и профилактика.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE HEALTH OF CHILDREN AND ADOLESCENTS

Rahmonberdiyev M.A.¹, Kuchkarova B.K.¹, Ubbiniyazova K.T.^{2,3}

¹Chirchik branch of Tashkent Medical Academy, Chirchik city, Uzbekistan

²Republican Specialized Scientific and Practical epidemiology, microbiology,
infectious and parasitic diseases medical center, Tashkent city, Uzbekistan

³Tashkent Medical Academy, Tashkent city, Uzbekistan

This article presents the modern aspects of child and adolescent health formation, including hygiene in educational activities, hygiene of physical activity and physical education, hygiene of labor education, training, and professional education, as well as nutrition hygiene for children and adolescents. The article extensively covers hygienic requirements for the fundamentals of a healthy lifestyle, hygiene education and upbringing, and medical and sanitary-epidemiological support for the child and adolescent population in Uzbekistan.

Keywords: child and adolescent health, hygiene, healthy lifestyle, education and upbringing, medicine and sanitation, epidemiology and prevention.

Введение. Дети и подростки составляют значительную и наиболее уязвимую часть населения Узбекистана. Их здоровье и развитие требуют особого подхода, поскольку организм детей еще не завершил формирование и подвержен влиянию множества факторов окружающей среды. Гигиена детей и подростков представляет собой важное направление профилактической медицины, изучающее условия среды их обитания и влияния этих

условий на их здоровье и функциональное состояние. Особую актуальность данная проблема приобретает в условиях ухудшающейся экологической обстановки, дефицита водных ресурсов и изменений климата. В этой связи изучение современных аспектов формирования здоровья детей и подростков, а также разработка профилактических мер представляют собой важную научную и практическую задачу.

Цель работы-исследовать современные проблемы гигиены детей и подростков, выявить основные факторы, влияющие на их здоровье, и предложить научно обоснованные рекомендации по формированию здорового образа жизни, рациональному режиму дня, гигиене питания и физической активности.

Методы исследования. В исследовании использованы аналитические методы, включая обзор научной литературы, анализ существующих гигиенических норм и рекомендаций, а также сравнительный анализ влияния различных факторов на здоровье детей и подростков. Дополнительно проведен анализ данных о санитарно-эпидемиологическом состоянии среды обитания детей в Узбекистане.

Результаты и обсуждение. Жизнь детей должна протекать в особых условиях, поэтому гигиенические принципы обучения и воспитания принципиально отличаются от профессионального или общественного труда взрослых. Биологическая индивидуальность и особенность роста и развития детей, формируют резкое отличие от взрослых не только количественно, но и качественно, что выливается в особый подход к гигиене, детей и подростков.

Основная особенность детей и подростков состоит в том, что их организм, в отличие от взрослых, еще не созрел и очень уязвим, так как процесс роста и развития продолжается. Никакая другая область гигиены не стоит перед проблемой роста и развития и поэтому придает особое своеобразие гигиене детей и подростков. Незавершенность развития организма детей и подростков связано с отсутствием сбалансированности в росте и развития детского организма в целом. Организм детей и подростков в большей степени, чем у взрослых подвержен как положительным, так и отрицательным воздействиям. Гигиена взрослых гораздо менее подвержена внешнему воздействию нежели дети и подростки.

В настоящее время эти проблемы усугубляются в результате ухудшения эколого-гигиенической ситуации во многих населенных пунктах, такие как недостаток воды, изменения климата и др. Основное отличие организма детей и подростков от организма взрослых заключается в том, что внешние воздействия не только отражаются на его текущем функциональном состоянии, но и очень сильно влияют на его дальнейшее развитие. Здоровье взрослого населения в значительной степени связано со здоровьем детей, так как многие проявления разных патологических состояний формируются в детском возрасте и часто начинают явно проявляться во взрослом возрасте. Все эти проблемы изучает гигиена детей и подростков.

Гигиена — это наука, изучающая влияние факторов окружающего мира (природных и социальных) на организм человека и разрабатывающая научно обоснованные нормы и рекомендации, направленные на сохранение и стабилизацию здоровья человека.

Гигиена детей и подростков - профилактическая медицина, изучающая условия среды обитания и деятельности детей, а также влияние этих условий на здоровье и функциональное состояние растущего организма и разрабатывающая научные основы и практические меры, направленные на сохранение и укрепление здоровья, поддержку оптимального уровня функций и благоприятного развития организма детей и подростков.

Несмотря на то, что здравоохранение в стране находится в стабильном состоянии и государство много сил и средств тратит для борьбы с проблемами здоровья детей и подростков, тем не менее этого недостаточно. Поскольку главный аспект здоровья детей и подростков — это оптимальное развитие. Поэтому в гигиене детей и подростков каждый фактор среды оценивается по влиянию на развитие ребенка.

Научные взгляды и исследования по профилактике заболеваний и гигиене детей закладывают основу для развития педиатрии как науки, поэтому педиатры не только давали консультации по лечению больных детей, а также по уходу и воспитанию ребенка. Рационально составленный, соответствующий возрастным особенностям детей режим дня позволяет чередовать различные виды деятельности, обеспечивает оптимальный двигательный режим, придавая большое значение полноценному отдыху, оптимальному времени для сна, что способствует правильному росту и развитию детей. Распорядок дня детей и подростков, исходя из возрастных особенностей, должен состоять из следующих моментов: • режим питания со всеми нюансами; • находиться на свежем воздухе в течение дня; • продолжительность и количество сна; время и место для занятий в учебных учреждениях, а также дома; • свободное время, возможность обеспечения двигательной активности ребенка с учетом его особенностей. Соблюдение режима дня, является главной основой в формировании достаточно прочных условных рефлексов по отношению к времени и окружающему миру у детей и дает возможность для постоянного осуществления различных видов деятельности. В результате рефлекторной деятельности в ходе роста и развития ребенка со временем организм ребенка к любому роду двигательной активности. Благодаря этому процессы жизнедеятельности способны протекать меньшими физиологическими затратами. Главное гигиеническое значение для развития ребенка имеет соблюдение режима дня, и сохранение постоянства образа жизни. Обязательный закон жизни ребенка - правильно составленный и постоянно соблюдаемый распорядок дня. Гигиенически рационально составленная повестка дня предусматривает выделение достаточного времени для всех необходимых составляющих жизнедеятельности и обеспечение высокой работоспособности в течение периода полной бодрствования.

Правильно составленный распорядок дня создает адекватные условия для приподнятого настроения, интерес к литературе и учебе в целом, разнообразным играм, что способствует гармоничному развитию ребенка. Душевное состояние, связанное с радостью, успехами или неудачами ребенка отражаются на процессах роста и развития. Психическое напряжение, состояния психической нестабильности, психические травмы могут приводить к остановке роста. Психически сложные ситуации для ребенка, связанные с посещением детского сада или школы, особенно если происходит из-за переездов могут приостановить рост на несколько недель. В свою очередь неудачи в школе или семейные ссоры также приводят к значительному отставанию в росте и развитии, провоцируя своеобразную заторможенность. Состояние тревоги и психической напряженности способна ограничивать или даже останавливать рост и развитие при включение нейрогуморальных механизмов.

Педиатры выделяют два ведущих фактора распорядка дня адекватного роста и развития ребенка.

Первый фактор — это адекватная двигательная активность, которая способна обеспечить разнообразной направленности механическую нагрузку на скелет, что в свою очередь стимулирует рост костной и хрящевой тканей. Работа мышц также активизирует высвобождение гормонов роста. Вместе с тем, чрезмерная физическая нагрузка, такие как, перемещение тяжестей, дает обратный эффект -способна тормозить рост. Поэтому врачи, а особенно родители должны своевременно контролировать режим дня детей и подростков, не допускать гипокинезии или гиподинамии, и вредных для роста видов спорта или занятий трудом.

Второй фактор — это полноценный сон. Во время сна происходят все метаболические и клеточные преобразования, определяющие формирование опорно-двигательного аппарата ребенка. В первые месяцы жизни детей ЦНС характеризуется функциональной незрелостью. Внешние раздражители оказывают не контролируемую силу на нервную систему ребенка, что приводит к быстрому утомлению. В первые дни жизни периоды бодрствования относительно небольшие, через каждые 1,5-2 ч ребенок засыпает. При правильной организации жизни ребенка к концу 1-го месяца жизни формируется режим бодрствования и сна. Одним из самых положительных факторов, влияющих на сон, является достаточное поступление свежего воздуха. Он воздействует на кожу, слизистую оболочку носа и верхних дыхательных путей, что приводит к более быстрому засыпанию. Сон на свежем воздухе заменяет прогулку, особенно в холодное время года. С учетом развития закономерностей сна и бодрствования разработаны дифференцированные режимы для первых лет жизни ребенка.

Основные проблемы гигиены обучения детей были серьезно и выразительно описаны многими выдающимися гигиенистами, которые являлись основателями гигиены в целом и гигиены детей и подростков в частности. Несмотря на то, что многие проблемы роста и развития детей поднимались

несколько веков назад, тем не менее они остаются актуальными и по сей день. Поскольку каждый ребенок требует к себе тщательного отношения на протяжении всего периода развития. Как дома, так и в садах школах и тому подобное. Если не учитывать все гигиенические нюансы, влияющие на рост и развитие ребенка, то могут возникать проблемы в организме, такие как нарушение развития опорно-двигательного аппарата, нарушение кровообращения, зрения, слуха и возможное нарушение умственного развития. Поэтому возникшее сложное состояние здоровья и физического развития детей может свидетельствовать о том, что проблема функциональной готовности ребенка к непрерывному обучению в школе остается актуальной.

Библиографический список

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях: руководство для врачей. - М.: ГЭОТАР- Медиа, 2008. Баранов, Александр Александрович - Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях : Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях : руководство для врачей - Search RSL

2. Раджабов З. Н. Экологические проблемы современности //o'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali. – 2023. – т. 2. – №. 16. – с. 735-743. Экологические проблемы современности | o'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali

3. Конь И.Я. и др. Современные представления о продуктах питания для детей дошкольного и школьного возраста // Вопросы детской диетологии. - 2010. - Т. 8. - № 6. - С. 35-38. (PDF) Modern ideas about food products for children of preschool and school age

4. Матюхина, З. П. Основы физиологии питания, гигиены и санитарии: учебник / З. П. Матюхина. — М.: издательский центр Академия, 2002. -184 с Матюхина, Зинаида Петровна - Основы физиологии питания, гигиены и санитарии : Учеб. для учреждений нач. проф. образования - Search RSL

Сведения об авторах.

Рахмонбердиев Мухаммаджон Ахмаджон угли - ассистент кафедры анатоми и патологии Чирчикский филиал Ташкентской медицинской академии. Город Чирчик, Ташкентская область, Республика Узбекистан mrahmonberdiyev466@gmail.com

Кучкарова Бибиражаб Курамбой кизи - ассистент кафедры анатомии и патологии Чирчикский филиал Ташкентской медицинской академии. Город Чирчик, Ташкентская область, Республика Узбекистан kbibirajab1195@gmail.com

Уббиниязова Камила Турикменбаевна – базовый докторант Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра эпидемиологии, микробиологии, инфекционных и паразитарных заболеваний Минздрава Республики Узбекистан, Ташкент, Республика Узбекистан E-mail: kamilaubb@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6407-1949>

ИНДЕКСЫ ЗДОРОВОГО И КАЧЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ

Рождественская Л.Н.^{1,2}

¹*ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

²*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»
Минздрава России, г. Новосибирск*

Индексы качества питания (ИКП), появившиеся в эпидемиологии питания последние 30 лет, разработаны, в первую очередь, для оценки влияния диетических факторов в рисках ХНИЗ. Анализ логических рамок и инструментов ИКП, проведенный в работе позволяет выделить существенные различия в используемых типах данных, учитываемых факторах, выборе показателей и заложенных методиках шкалирования и расчетов. Установлено, что хотя ИКП имеют свои ограничения, они играют важную роль в эпидемиологии питания и разработке стратегий профилактики ХНИЗ.

Ключевые слова балльная оценка питания, индекс качества питания, интегральный показатель питания, индекс здорового питания, нутриентная плотность.

HEALTHY AND QUALITY NUTRITION INDICES: A RETROSPECTIVE ANALYSIS

Rozhdestvenskaya L. N.^{1,2}

¹Federal Budgetary Institution "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" of Rospotrebnadzor, Novosibirsk

²State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Novosibirsk State Technical University" of the Ministry of Health of Russia, Novosibirsk

Nutrition quality indices (NQI) that have appeared in nutrition epidemiology over the past 30 years have been developed primarily to assess the impact of dietary factors on the risks of NCDs. The analysis of the logical framework and NQI tools conducted in the work allows us to identify significant differences in the types of data used, the factors taken into account, the choice of indicators, and the embedded scaling and calculation methods. It has been established that although NQIs have their limitations, they play an important role in nutrition epidemiology and the development of NCD prevention strategies.

Keywords: nutrition score, nutrition quality index, integral nutrition indicator, healthy eating index, nutrient density.

Прогрессирование хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания, диабет 2 типа и некоторые виды рака, напрямую связано с образом жизни и питанием. Все больше исследований подчеркивают решающую роль качества диеты и регулярной физической активности в замедлении, а в некоторых случаях и предотвращении, развития этих заболеваний. Однако оценка влияния на здоровье пищевого поведения и

сложившихся диетических моделей представляет определенные сложности. Здесь на помощь приходят различные индексы качества диеты (DQI), индексы качества питания (ИКП) и индексы здорового питания (ИЗП). Эти индексы представляют собой сложные алгоритмы, разработанные для объективной оценки пищевого рациона человека. Они не просто суммируют потребление отдельных продуктов, а учитывают комплексное взаимодействие различных питательных веществ и их влияние на здоровье. В основе этих индексов лежат современные научные знания о питании и рекомендации по здоровому образу жизни.

За последние 30 лет сложилось множество вариантов формирования интегральных оценок и появилось множество индексов и систем оценки качества рациона в целом, либо его отдельных макрокомпонент (белков, жиров, углеводов), каждый из которых имеет свои особенности и методологию. Их общее свойство – оценка соответствия рациона национальным или международным рекомендациям по питанию, а также учет разнообразия потребляемых продуктов.

Исследование направлено на выявление фундаментальных принципов построения систем оценки питания, в частности рационов за анализируемые периоды. Анализ существующих подходов и методов оценки позволит определить, какие инструменты и показатели являются наиболее адекватными и информативными. Цель работы — понимание основополагающих принципов и методологии, лежащей в основе подобных оценочных систем, включая выявление их сильных и слабых сторон и эффективности в соотношении количества исследуемой информации, объема вычислений и достоверности итоговых показателей

Для достижения указанного результата нами применялись логические (индукция, синтез, аналогия) и аналитические методы (структурирование, причинно–следственный и описательный анализ). Объектами исследования выступали руководства, регламенты, методические рекомендации, указания и инструкции, технические исползуемых в международной и отечественной практике для оценки рационов питания, в том числе индексов ИКП и ИЗП.

Впервые Индекс здорового питания (HEI) был разработан в 1995 году в результате сотрудничества между Центром политики и продвижения здорового питания (CNPP) при Министерстве сельского хозяйства США (USDA) и Национальным институтом рака (NCI) при Министерстве здравоохранения и социальных служб США (DHHS) [1,2]. HEI, как и любой другой аналогичный индекс — это не статичный инструмент, и для адекватного отражения соблюдения рекомендаций по питанию должен регулярно пересматриваться и обновляться. На сегодня самая обновленная версия HEI — это HEI-2015, которая соответствует рекомендациям по питанию на 2015–2020 годы и на 2020–2025 годы.

Первая версия HEI имела значительно отличающуюся структуру от последующих версий. HEI-2005, HEI-2010 и HEI-2015, постепенно наращи-

вали характеристики, придающие HEI его нынешнюю гибкость. В ноябре 2007 года опубликована новая версия HEI-2005 основана на MyPyramid, пересмотренной системе рекомендаций Министерства сельского хозяйства США и на понятии нутриентной плотности, поскольку рекомендации MyPyramid выражены в процентах от калорий или на 1000 калорий. Такая версия индекса позволяет рассчитать качество рациона для любой комбинации продуктов, независимо от их количества [3], что открывает множество возможностей. HEI состоит из 13 компонентов, соответствующих группам продуктов, которые делятся на девять адекватных (рекомендуемых) и четыре умеренных (ограничиваемых) в питании.

Также существуют другие валидированные альтернативные HEI показатели качества рациона питания, такие как AHEI, MED и DASH. Поскольку любые индексы и индикаторы питания ориентированы на помощь с формированием рациона, максимально способствующего снижению риска ХНИЗ, то среди самих критериев, закладываемых рекомендациями, существует некоторая специализация. Так, Alternative Healthy Eating Index - AHEI-2010 [4] связан со снижением риска нейродегенеративных заболеваний, Mediterranean Diet Score (MED/MDS) [5] связан со снижением риска инсульта, смертности от всех причин, сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа и смертности от рака, а Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH-Fung) [6] связан с более низким риском развития диабета 2 типа по сравнению с HEI или AHEI.

Важно отметить, что, несмотря на достаточно широкую популярность HEI и его вариаций, в США повсеместно используется понятие порции продукта (в том числе в сборниках химического состава), а это не всегда даёт возможность адекватно конвертировать указанные частные показатели индекса для систем стран, где распространение получил подход измерения грамм или миллилитров потребляемой пищи.

Анализ мировой практики показывает, что в практике международных исследований наибольшее распространение получило 4 «оригинальных» ИКП: HEI, DQI, MED/MDS и Индикатор здорового питания (HDI). Несколько индексов были получены на основе их модификаций, например, Индекс Здоровой Пищи - ИЗП (Healthy Food Index (HFI)), Индекс Рекомендованных Продуктов - ИРП (Recommended Food Score -RFS), Показатель Качества Рациона - ПКР (Diet Quality Score - DQS). Однако все индикаторы и индексы представляют собой попытку количественно оценить качество и сбалансированность питания путем оценки различных аспектов рациона, включая потребление таких пищевых групп и компонент питания, как: фрукты, овощи, цельные злаки, молочные продукты, жиры, сахар, соль, холестерин, отдельные микроэлементы и пр.

Российский опыт в отношении формирования ИЗП основан на проведении различных выборочных исследований питания населения и возможностях осуществления оценки потребления пищевых веществ и энергии, реализованных на основе трёх поколений систем высокотехнологичной

диетологической и медицинской помощи «Нутритест-Институт питания (ИП)» и «Нутрикор – ИП».

В 2019 году группа авторов из Екатеринбурга продемонстрировала в своей публикации использование расчетного интегрального показателя здорового питания [7] на основе «средневзвешенного отклонения от нормы потребления по 10 основным группам продуктов питания» на основе статистических данных бюджетного исследования домохозяйств России. Был апробирован метод балльной оценки отклонения от рекомендуемых норм потребления основных пищевых продуктов в субъектах РФ.

В 2018 году исследователями из ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора был запатентован «Способ оценки пищевой и биологической ценности рациона питания», основанный на расчёте интегрального индекса полноценности химического состава суточного рациона питания (ИППП) [8] по 20 показателям. Каждый из показателей рассчитывается в отношении оцениваемого рациона питания в баллах (Score) отклонения от рекомендуемых параметров (белок общий, белок животного происхождения, количество НАК в 100 г белка, жир общий, жир растительного происхождения, отношение ПНЖК/НЖК, общие углеводы, доля% добавленного сахара от калорийности рациона, содержание моно-дисахаров, пищевых волокон, витамина В1, В2, С, А, Са и Na, энергетическая ценность и расчётных 3 показателя по вклад в общую калорийность рациона в % белков, жиров и углеводов. Итоговое значение ИППП колеблется от 0 до 100 баллов, а при значении более 90 баллов делают заключение, что пищевая и биологическая ценность рациона питания полноценна и сбалансирована.

Далее этот показатель также являлся одной из 4-х компонент другого исследования рационов, осуществленного в 2024 году с целью разработки интегрированного подхода оценки модели питания дошкольников на модельной группе детей ДООУ (48 человек в возрасте 3-6 лет). В этом исследовании авторами был апробирован подход, основанный на сравнительной оценке частоты потребления отдельных групп пищевых продуктов пирамиды ВОЗ (1 - хлебобулочные изделия, каши, макароны, картофель, 2 - овощи, 3 - фрукты, 4 - кондитерские изделия, 5 - жиры, 6 - мясо+рыба, 7 - молочные продукты) [9]. Анкетирование проводилось с помощью программы «НУТРИТЕСТ-ИП» Института питания РАМН. Баллы присваивались в соответствии с процентом отклонения среднего значения от рекомендуемой частоты потребления: до 10% – 5 баллов, 10-20% – 4 балла, 20-30% – 3 балла, 30-40% – 2 балла, более 40 % – 1 балл. Данный подход предполагал выведение частоты потребления пищевых групп в порциях в среднем и сопоставление с рекомендуемым для потребления количеством порций. Однако оценить, насколько правомочно присвоение 3-х баллов из возможных 5 в группе 1 не ясно (рекомендовано от 6 до 11 порций, а по факту усредненное выявленное значение 4,5 порции).

На 2-ом этапе исследования за базу сравнения принимались уже нормативы, рекомендованные в СанПиН 2.3/2.4.3590-20, которые объединили

в 10 групп и оценка производилась в баллах по 10 бальной шкале с шагом отклонения в 5% от рекомендуемого значения (РЗ) с разделением на группы продуктов здорового питания (зерновые, молочные, мясные рыбные продукты, картофель, овощи, фрукты и растительное масла) и продукты, которые рекомендовано потреблять ограниченно (сахар и кондитерские изделия, масло сливочное(жиры)). Логическая рамка присвоения баллов приведена ниже в таблице.

Таблица - Алгоритм расчета баллов по доле отклонений от РЗ

Процент отклонений, для продуктов здорового питания потребления	Процент отклонений для продуктов, которые стоит ограничивать	Присваиваемые баллы
РЗ	РЗ	10
РЗ <5-10% или >60%	РЗ <5-10% или >20%	9
РЗ <10-15% или >65%	РЗ <10-15% или >30%	8
РЗ <40-45% или >95%	РЗ <40-45% или >90%	2
РЗ <45% или >100%	РЗ <45% или >100%	1

Применение: РЗ - рекомендуемые значения

Далее авторы использовали дополнительные оценки: интегрального индекса полноценности химического состава суточного рациона питания (ИПРП) [8] по 20 показателям и нутриентной плотности рациона на 1000 ккал. Методика оценки ИПРП приведена выше, а вот оценка нутриентной плотности не совсем понятна, поскольку фактически в расчётах указаны значения доли в % в общей калорийности рациона отдельных микронутриентов (группы ограничения: жира, НЖК, моно- и дисахаридов, добавленного сахара, Na и группы рекомендованной: белка, ПНЖК, крахмала, пищевых волокон, Ca, вит В1, В2 и ниацина). Содержание же нутриента на 1000 ккал или 1000 гр – это другой вид показателей. Выводы же в исследовании опираются на значение баллов ИКП – среднее значение между показателям: частоты потребления, продуктового набора, ИПРП и нутриентной плотности. В тоже время часть этих показателей дублируются в отдельных расчётах, полученные значения не согласованы и не совсем понятны связи между четырьмя компонентами итоговой оценки.

В 2019 году на базе РАМН НИИ питания группой отечественных учёных был создан базовый ИЗП, включающий 10 бальных индикаторов-компонентов: половина из них (адекватности (рациональности) потребления) оценивают потребление в массе нетто съедобной части отдельных групп пищевых продуктов в г/1000 ккал, (зерновые продукты, овощи, фрукты, молоко и группа мясных продуктов (исключая колбасы)). Следующие 5 индикаторов ограничения, оценивают рацион по уровню потребления значимых факторов риска НИЗ (жира, НЖК, добавленного сахара, холестерина и поваренной соли) также в г/1000 ккал.

Каждый из 10 индикаторов имеет разработанные диапазоны значений для присвоения баллов от 0 до 10 (опция визуальной категоризации или биннинга), но по 1 группе индикаторов шкала прямая, а по второй применяется обратная балльная шкала. Важно, что за основу построения шкал был взят разброс реальных значений, полученных при исследовании рационов [10]. Позже при оценке информативности и достоверности разработанного индекса здорового питания [11] для характеристики структуры питания и пищевого поведения россиян, помимо указанных индикаторов в исследованиях дополнительно рассматривались также энергетическая ценность рационов и содержание в них производных показателей: белка, пищевых волокон, β -каротина, ретинола, витаминов А и С. Таким образом можно отметить, что предложенная в ИКП оценка по 5 пищевым группам и 5-ти относительным величинам, связанным с требующими ограничения компонентами, не является достаточно полной

Все проанализированные ИКП можно условно разделить на 3 категории:

- индикаторы на основе химического состава рациона;
- индикаторы на основе групп продуктов питания или отдельным продуктам;
- комбинированные индексы (большинство ИКП), включающие разнородные оценки: разнообразие внутри и между группами продуктов; адекватность, т. е. соответствие потребностям питательных веществ или групп продуктов питания (в граммах или порциях), общий баланс макро- и микронутриентов, нутриентную плотность и пр.

Существующее множество различных ИКП имеет свои преимущества и недостатки, поскольку они различаются по набору учитываемых факторов, методам расчета и целевым группам. Важно понимать, что ни один индекс не является идеальным и не может полностью отразить всю сложность пищевого поведения. Ограничения включают:

- зависимость от точности данных: точность результатов зависит от достоверности информации о питании, полученной от участников исследования (дневники питания, анкеты);
- культурные различия: индексы, разработанные для одной культуры, могут быть неадекватны для другой из-за различий в традиционном питании и доступности продуктов;
- невозможность учёта индивидуальных особенностей: индексы не учитывают все индивидуальные особенности метаболизма и здоровья;
- индексы и физическая активность: для более полной оценки образа жизни и прогнозирования риска НИЗ необходимо учитывать комбинация здорового питания и регулярных физических нагрузок, которые формируют синергетический эффект, значительно усиливающий защитное действие на организм, а индексы качества питания, в первую очередь, фокусируются на диете.

Также в ходе анализа различных систем выявлено, что выделенные подходы к определению качества питания и его соответствия критериям здорового рациона имеют существенные отличия, как по типу данных (количественные, полуколичественные и неколичественные), виду применяемых балльных оценок и шкал, виду и наименованиям индикаторов, количеству индикаторов и их категориям («поощряемые» и «ограничиваемые» в питании, «НИЗ – защита» и «НИЗ риск» и пр.). Это не позволяет всегда адекватно соотнести результаты, полученные разными методами оценки, что затрудняет возможность сравнения и сопоставления результатов.

Ещё одним выводом анализа является обнаружение зависимостей итоговых значений показателей индексов и индикаторов питания от различных факторов. В отношении оценки индексов качества реально сложившегося рациона это могут быть демографические данные (возраст, пол, место жительства), социально-экономические показатели (уровень дохода, образование), медицинские характеристики (наличие хронических заболеваний) и поведенческие факторы (физическая активность, курение, употребление алкоголя). Изменение индекса в ответ на изменения рациона питания также является важным критерием оценки. Например, снижение индекса после перехода на диету с высоким содержанием обработанных продуктов указывает на его чувствительность к качеству питания. Однако оценка качества питания не должна ограничиваться только балльными системами и индексами.

При проектировании рационов для целевых групп питающихся ИКП могут использоваться при поиске наиболее эффективных вариантов сочетаний различных продуктовых решений и лечь в основу разработки новых видов продукции.

В заключение следует отметить, что рассмотренные выше систем оценки рационов определяют современные требования к продуктам и рационам здорового питания на основе интегральной оценки что должно позволять учитывать несколько ключевых аспектов: нутриентную плотность, взаимодействие и разнообразие ингредиентов, биологическую ценность, индивидуальные особенности и риски развития ХНИЗ; учёт. Разработка объективных и понятных систем оценки и ранжирования качества продуктов и рационов здорового питания – сложная задача, требующая междисциплинарного подхода. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку и валидацию таких систем, а также на создание удобных инструментов для их применения в повседневной жизни.

Библиографический список

1. Developing the Healthy Eating Index (HEI) - EGRP/DCCPS/NCI/NIH. Accessed August 10, 2021: [сайт] – URL. <https://epi.grants.cancer.gov/hei/developing.html> (дата обращения 10.02.2025).
2. Kennedy E.T., Ohls J., Carlson S., et al. The Healthy Eating Index: design and applications // J Am Diet Assoc. – 1995. – 95. – P.1103–1108.

3. Comparing the HEI-2015, HEI-2010 & HEI-2005, Accessed August 11, 2021: [сайт] – URL. <https://epi.grants.cancer.gov/hei/comparing.html> (дата обращения 10.02.2025).
4. Chiuve SE, Fung TT, Rimm EB, et al. Alternative Dietary Indices Both Strongly Predict Risk of Chronic Disease // *The Journal of Nutrition*. – 2012. – 142(6). – P. 1009-1018. – Режим доступа: doi:10.3945/jn.111.157222
5. Miller V, Webb P, Micha R, Mozaffarian D. Defining diet quality: a synthesis of dietary quality metrics and their validity for the double burden of malnutrition // *The Lancet Planetary Health*. – 2020. – 4(8): e352-e370. – Режим доступа: doi:10.1016/S2542-5196(20)30162-5
6. Morze J, Danielewicz A, Hoffmann G, Schwingshackl L. Diet Quality as Assessed by the Healthy Eating Index, Alternate Healthy Eating Index, Dietary Approaches to Stop Hypertension Score, and Health Outcomes: A Second Update of a Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. – 2020. – 120(12) – P.1998-2031.e15. – Режим доступа: doi: 10.1016/j.jand.2020.08.076
7. Мажаева Т.В., Варакин А.Н. Анализ национальных показателей здорового питания // *Профилактическая медицина*. – 2019. – 22(4). – Вып. 2. – С. 35-42. – Режим доступа: <https://doi.org/10.17116/profmed20192204235>
8. Патент № 2703685 Российская Федерация МПК А61М 21/00. Способ оценки пищевой и биологической ценности рациона питания: № 2018136131: заявл.12.10.2018: опубл. 21.10.2019 / Мажаева Т. В., Дубенко С. Э., Гращенков Д. В. – 41.
9. Зайтова Е.Э, Мажаева Т.В., Нефедова Ю.Н Подходы к интегральной бальной оценке качества питания дошкольников: [сайт] – URL https://elib.usma.ru/bitstream/usma/21244/1/USMU_Sbornik_statei_2024_115.pdf (дата обращения 10.02.2025).
10. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Михайлов Н.А., Кешабянц Э.Э., Камбаров А.О. Разработка и оценка достоверности базового индекса здорового питания населения России // *Вопр. питания*. – 2019. – Т. 88. – № 6. – С. 34–44. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10062
11. Мартинчик А.Н., Михайлов Н.А., Кешабянц Э.Э., Кудрявцева К.В. Оценка информативности и достоверности индекса здорового питания для характеристики структуры питания и пищевого поведения // *Вопросы питания*. – 2021. – Т. 90. – № 5. – С. 77-86. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-5-77-86>

Сведения об авторе.

Рождественская Лада Николаевна, кандидат экономических наук, заведующая кафедрой технологии и организации пищевых производств, Новосибирский государственный технический университет, 630073, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, ведущий научный сотрудник, отдел гигиенических исследований с лабораторией физических факторов, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7. E-mail: lada2006job@mail.ru, Scopus AuthorID: 57211621101. ResearcherID: P-9659-2017. РИНЦ AutorId: 421584. ORCID: 0000-0002-7250-0288

ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ НА РАЗВИТИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА У НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Русаков В.Н.

ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи

Статья посвящена анализу взаимосвязи питания и развития метаболического синдрома (МС) у населения Крайнего Севера. Рассмотрены особенности полярного метаболизма, влияние урбанизации на переход от традиционного белково-жирового рациона к углеводному, а также роль экологических факторов. На основе данных исследований предложены меры профилактики, включая коррекцию диеты, обогащение рациона антиоксидантами и развитие программ адаптивного питания.

Ключевые слова: метаболический синдром, Крайний Север, питание, инсулино-резистентность, адаптация, урбанизация.

THE INFLUENCE OF NUTRITION ON THE DEVELOPMENT OF METABOLIC SYNDROME IN THE POPULATION LIVING IN THE FAR NORTH

Rusakov V.N.

*F.F. Erisman Federal Scientific Centre of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Mytishchi*

The article is devoted to the analysis of the relationship between nutrition and the development of metabolic syndrome (MS) in the population of the Far North. The features of polar metabolism, the influence of urbanization on the transition from a traditional protein-fat diet to a carbohydrate diet, as well as the role of environmental factors are considered. Based on these studies, preventive measures have been proposed, including diet correction, antioxidant enrichment, and the development of adaptive nutrition programs.

Key words: metabolic syndrome, the Far North, nutrition, insulin resistance, adaptation, urbanization.

Введение. Метаболический синдром (МС) — комплекс нарушений, включающий абдоминальное ожирение, дислипидемию, гипергликемию и артериальную гипертензию, — является ключевым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2-го типа. В условиях Крайнего Севера распространенность МС достигает 30–40%, что связано с уникальными климатогеографическими и социально-экономическими условиями [1].

Коренное население исторически адаптировалось к экстремальным условиям через белково-жировой тип питания, но урбанизация и изменение пищевых привычек привели к росту «болезней цивилизации» [2]. Цель работы — выявить ключевые алиментарные факторы развития МС и предложить стратегии их коррекции.

Экстремальный климат Крайнего Севера (температуры до -70°C , гипоксия, полярная ночь) сформировал специфический метаболизм, характеризующийся преобладанием жиров и белков в энергообмене. У коренных народов наблюдается снижение активности ферментов углеводного обмена и повышенная потребность в жирорастворимых витаминах [3].

Адаптация пришлого населения сопровождается гипогликемией, гипоксией и нарушением липидного обмена. Накопление агрессивных форм липидов и окислительный стресс повреждают клеточные мембраны, усугубляя риски МС 39. В результате возникает синдром полярного напряжения.

Основу питания коренных народов составляют оленина, рыба, мясо морских животных — источники полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и полноценного белка. Например, оленина содержит 22,96 г белка/100 г, а рыба северных морей — до 19,5% белка [3]. Такой рацион обеспечивал низкую распространенность сердечно-сосудистых патологий [4].

С 1960-х годов наблюдается переход на «западную» диету с избытком простых углеводов (сахар, кондитерские изделия) и консервированных продуктов. Так, у коренного населения Якутии в 2022 году потребление сахара превышает норму на 44%, что коррелирует с ростом ожирения до 30% [5,6].

В рационе наблюдается дефицит овощей (49% от нормы), фруктов (73%), молочных продуктов (82%), витаминов А, С, селен 39. Отмечается избыток жиров (36% рациона) [3,7].

У женщин МС встречается в 2,5 раза чаще, чем у мужчин, что связано с гормональными особенностями и эмоциогенным типом пищевого поведения 46. Среди коренных народов Якутии заболеваемость СД 2-го типа выросла с 8,9% (1996 г.) до 18,93% (2005 г.) [7].

У пришлых жителей, проживающих на Севере более 10 лет, риск МС увеличивается на 22,7%. В Ханты-Мансийском АО у 57% пациентов с артериальной гипертензией выявлен 5-компонентный МС [5,6,8].

Низкое содержание селена в воде (менее 0,01 мг/л) и фтора (0,3 мг/л) повышает риск иммунодефицита и кариеса.

К профилактическим стратегиям МС следует отнести следующие:

Коррекция рациона.

- Увеличение доли местных продуктов: оленина, рыба, ягоды (источники ПНЖК и антиоксидантов).

- Введение витаминно-минеральных комплексов (витамин С — до 200 мг/сут, селен — 70 мкг/сут).

Образовательные программы.

Обучение принципам сбалансированного питания снижает распространённость экстернального типа пищевого поведения на 47,9% [4].

Развитие инфраструктуры.

Создание тепличных хозяйств для выращивания овощей и производство молочных продуктов с пролонгированным сроком хранения 3.

Закключение. Питание населения Крайнего Севера требует комплексного подхода, учитывающего климатические, экологические и социальные факторы. Ключевыми направлениями являются восстановление традиционных пищевых практик, контроль качества продуктов и внедрение адаптированных профилактических программ.

Библиографический список

1. Буракова Л.Н. и др. Влияние фактора питания на развитие метаболического синдрома // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 82–89. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.012 1.
2. Василькова Т.Н., Матаев С.И. Метаболический синдром в популяции коренных народов Крайнего Севера // Человек. Спорт. Медицина. 2009. URL: <https://sciup.org/147152616> 2.
3. Особенности питания жителей Крайнего Севера России // ScienceForum. 2021. URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018025414>
4. Корнеева Е. В. и др. Влияние пищевого поведения на МС // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2015. Т. 14, № 1. С. 41–46. DOI: 10.15829/1728-8800-2015-1-41-46 4.
5. Иванова Е.Г., Потемина Т.Е. Метаболический синдром у пришлых жителей Крайнего Севера // Ожирение и метаболизм. 2022. Т. 19, № 4. С. 396–403. DOI: 10.14341/omet12777 5.
6. Артериальная гипертензия и МС у некоренных жителей // Профилактическая медицина. 2022. Т. 9. С. 1046–1052 6.
7. Буганов А.А. Гигиеническая характеристика питания народов Севера // Медицина труда. 2003. № 4. С. 25–28 7.
8. Кунцевич А.К. Риск метаболического синдрома и питание // Ожирение и метаболизм. 2015. Т. 12, № 1. С. 3–10. DOI: 10.14341/OMET201513-10 8.

Сведения об авторе.

Русаков Владимир Николаевич, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела гигиены питания ФБУН "ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана" Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: vladrus2005@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9514-9921>. SPIN-код: 8614-0030. Authorid=423918

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Русаков В.Н., Сетко А.Г.

ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи

Статья посвящена анализу гигиенических проблем питания населения Крайнего Севера РФ в условиях экстремального климата. Рассмотрены особенности метаболизма, структура рациона, дефициты нутриентов, а также риски, связанные с химической и микробиологической контаминацией продуктов. На основе данных научных исследований предложены меры по оптимизации питания, включая коррекцию рациона, использование специализированных продуктов и внедрение профилактических программ.

Ключевые слова: Крайний Север, гигиена питания, алиментарно-зависимые заболевания, адаптация, нутриенты.

HYGIENIC ASPECTS OF NUTRITION OF THE POPULATION OF THE FAR NORTH OF THE RUSSIAN FEDERATION

Rusakov V.N., Setko A.G.

F.F. Erisman Federal Scientific Centre of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Mytishchi

The article is devoted to the analysis of hygienic nutrition problems of the population of the Far North of the Russian Federation in an extreme climate. The features of metabolism, the structure of the diet, nutrient deficiencies, as well as the risks associated with chemical and microbiological contamination of products are considered. Based on the scientific research data, measures have been proposed to optimize nutrition, including dietary adjustments, the use of specialized products, and the introduction of preventive programs.

Keywords: Far North, food hygiene, alimentary-dependent diseases, adaptation, nutrients.

Введение. Крайний Север РФ — регион с уникальными климатическими и экологическими условиями, оказывающими значительное влияние на здоровье человека. Интенсивное освоение арктических территорий сопровождается притоком мигрантов, что усугубляет проблему обеспечения рационального питания. Гигиенические аспекты питания в данном контексте включают не только баланс нутриентов, но и безопасность пищевых продуктов, а также профилактику заболеваний, связанных с их дефицитом или избытком [1].

Цель работы — систематизировать данные о гигиенических проблемах питания населения Крайнего Севера и разработать научно обоснованные рекомендации для их решения.

Материалы и методы. Проведен поиск литературных данных по проблематике с использованием репозитариев Cyberleninka, E-library, PubMed.

Результаты и обсуждение. Экстремальные условия Крайнего Севера характеризуются низкими температурами (до -70°C зимой), полярным

днём и ночью, гипоксией и повышенными энергозатратами (на 15–25% выше, чем в умеренных широтах).

Эти факторы способствуют формированию «полярного метаболического типа», при котором увеличивается доля жиров и белков в рационе для компенсации энергопотерь [2].

К основным экологическим рискам, влияющим на качество и безопасность продуктов питания, потребляемыми населением Крайнего Севера являются загрязнение продуктов химическими и контаминантами и радионуклидами, а также дефицит микроэлементов:

В рыбе северных морей выявлено повышенное содержание тяжелых металлов (ртуть, свинец), а также радионуклидов (стронций-90, цезий-137) в мясе оленей [3].

Отмечаемое повсеместно низкое содержание селена и фтора в питьевой воде способствует развитию иммунодефицита и кариеса.

Питание в условиях Севера имеет свои физиологические особенности. К метаболическим адаптациям организма у населения Крайнего Севера относятся – «синдром полярного напряжения» и изменение углеводного обмена. «Синдром полярного напряжения» включает гипогликемию, гипоксию и нарушение липидного обмена, что приводит к астенизации и гипертензии [4]. Изменение углеводного обмена выражается в снижении уровня сахара в крови на 40–45% у впервые прибывших групп населения из-за усиленного окисления жиров [4,5].

Физиологические адаптации, такие как «синдром полярного напряжения», сопровождаются гипогликемией и нарушением липидного обмена, требующим увеличения калорийности рациона до 4200 ккал/сут для работников тяжелого труда.

Согласно данным 2022 года, структура питания населения Крайнего Севера демонстрирует значительные дисбалансы. Средний уровень потребления хлеба и хлебопродуктов составляет 84% от нормы, картофеля — 49%, овощей и бахчевых — 67%, фруктов и ягод — 73%. При этом потребление мяса и мясопродуктов (128%), рыбы (127%) и сахара (129%) превышает рекомендуемые значения. В сравнении со среднероссийскими показателями выявлено снижение потребления хлеба на 11%, картофеля — на 15%, овощей — на 10%, при этом потребление рыбы выше на 27%. Наибольшие отклонения наблюдаются в отдельных субъектах: например, в Чукотском АО потребление хлеба составляет 64,9% от нормы, а в Якутии — 101,2%. Дефицит овощей достигает 30–52%, за исключением Ямало-Ненецкого АО, где их потребление соответствует нормативам.

Коренные народы сохраняют традиционный рацион с акцентом на оленину, рыбу и ягоды, что обеспечивает высокое потребление белка (оленина — 22,96 г/100 г) и жиров. Однако у мигрантов преобладают консервы, полуфабрикаты и простые углеводы, что приводит к избытку сахара (+44% от нормы) и росту алиментарно-зависимых заболеваний. Во всех регионах зафиксировано избыточное потребление сахара и кондитерских изделий

(до 168% в Архангельской области), а также критический дефицит молочных продуктов (минимум — 33,6% в Красноярском крае) и яиц (52 шт/год на Чукотке) [6].

Для оптимизации питания предложены меры: коррекция рациона через увеличение доли местных продуктов (оленина, рыба), внедрение витаминно-минеральных комплексов (витамин С — до 200 мг/сут), развитие тепличных хозяйств для овощей и образовательные программы по профилактике ожирения и гипертензии. Актуальным направлением является использование специализированных продуктов: сублимированные продукты для вахтовиков 12, обогащенные антиоксидантами добавки (флавоноиды) [7,8,9].

Реализация этих мер требует учета региональной вариабельности. Например, в Ямало-Ненецком АО достаточно овощей, но критически высок уровень сахара, а в Чукотском АО необходим адресный подход к восполнению дефицита молока и яиц.

Заключение. Питание населения Крайнего Севера требует комплексного подхода, учитывающего климатические, экологические и социальные факторы. Ключевые меры включают оптимизацию рациона, контроль безопасности продуктов и внедрение профилактических программ. Реализация этих стратегий позволит снизить риски заболеваний и улучшить качество жизни в регионе.

Успешное решение проблем гигиены питания на Крайнем Севере требует тесного межведомственного взаимодействия между органами здравоохранения, образования, социальной защиты, сельского хозяйства и природопользования. Необходимо создание единой информационной системы, обеспечивающей обмен данными о пищевом статусе населения, качестве и безопасности пищевых продуктов, а также эффективности профилактических мероприятий. Важным является участие в решении проблем гигиены питания общественных организаций и средств массовой информации.

Библиографический список

1. Истомин А.В. и др. Питание и Север: гигиенические проблемы арктической зоны России // Гигиена и санитария. -2018. -Т. 97, №6. - С. 557–563. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-6-557-563.
2. Е. В. Севостьянова. Особенности липидного и углеводного метаболизма человека на севере (литературный обзор) [Электронный ресурс] // Бюллетень сибирской медицины : рецензируемый научно-практический журнал. - 2013. - Том 12, N 1. - С. 93-100.
3. Новиков М.А., Горбачева Е.А., Харламова М.Н. Содержание ртути в промысловых рыбах Баренцева моря (по многолетним данным). *Труды ВНИРО*. 2023;191:112-123. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-191-112-123>
4. Лаврова Л. Ю. Особенности питания людей, работающих в условиях Крайнего севера // E-Scio. 2023. №7 (82).
5. Депутат И.С., Дерябина И.Н., Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В. Влияние климатоэкологических условий Севера на процессы старения // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 3. С. 5–17. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.5

6. Статистический бюллетень Федеральной службы государственной статистики «Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2021 году (выпуск 2022)» // [Электронный ресурс] <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13292> (дата обращения 16.04.2023).

7. Иванова Г.В. Особенности питания коренного населения арктической зоны Российской Федерации / Г.В. Иванова, Т.Н. Сафронова // Российская Арктика. –2018.– №3.–С. 60.

8. Ермош Л.Г. Анализ питания работников тяжелого труда, вахтовым методом в условиях Крайнего севера / Т.Н. Сафронова, О.М. Евтухова, В.В. Казина // Российская Арктика. –2018. – №3. – С. 71.

9. Titov E.I. et al. Freeze-Dried Food in the Diet of Temporary Residents of the Far North // Food Processing: Techniques and Technology. 2021. Vol. 51. P. 170–178.

Сведения об авторах.

Русаков Владимир Николаевич, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела гигиены питания ФБУН "ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана" Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: vladrus2005@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9514-9921>. SPIN-код: 8614-0030. Authorid=423918

Сетко Андрей Геннадьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены питания ФБУН "ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана" Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: Setko.ag@fncg.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6887-6776>. SPIN-код: 8059-0140 Authorid=612099

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ПЕЧЕНИ ДЛЯ ПОИСКА НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ ПУТЕЙ ИХ КОРРЕКЦИИ

Рябова Ю.В.¹, Каримов Д.О.^{1,2}, Репина Э.Ф.¹

¹ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», г. Уфа

²ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко», г. Москва,

Комплексный анализ биохимических и молекулярно-генетических изменений в организме при токсическом поражении печени тетрахлорметаном позволил установить критические патогенетические механизмы, определяющие развитие повреждений. Установлена целесообразность раннего применения средств фармакологической коррекции выявленных нарушений, при этом наибольшую эффективность продемонстрировал оксиметилурацил, но не этилметилгидроксипиридина сукцинат либо адеметионин.

Ключевые слова: эксперимент, токсичность, тетрахлорметан, гепатит, экспрессия генов, биохимические маркеры, коррекция, доза-ответ.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF TOXIC LIVER DAMAGE MECHANISMS TO IDENTIFY SCIENTIFICALLY BASED APPROACHES TO THEIR CORRECTION

Ryabova Yu.V.¹, Karimov D.O.^{1,2}, Repina E.F.¹

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

²National Research Institute of Public Health
named after N.A. Semashko, Moscow

A comprehensive analysis of biochemical and molecular-genetic changes in the body during carbon tetrachloride-induced toxic liver injury allowed us to identify critical pathogenetic mechanisms underlying tissue damage. The study confirmed the rationale for the early administration of pharmacological agents to correct the detected impairments, with oxymethyluracil demonstrating the highest efficacy compared to ethylmethylhydroxypyridine succinate or ademetionine.

Keywords: experiment, toxicity, carbon tetrachloride, hepatitis, gene expression, biochemical markers, correction, dose-response.

Воздействие ксенобиотиков остаётся одним из ведущих факторов профессионального риска в химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности, несмотря на снижение комплексной химической нагрузки на человека как на производстве, так и в окружающей среде. Совершенствование технологических процессов и нормативно-правового регулирования способствовало снижению частоты хронических интоксикаций. Однако острые интоксикации по-прежнему могут возникать вследствие аварийных ситуаций, нарушений технологического процесса или несоблюдения мер безопасности. Печень, как центральный орган биотрансфор-

мации и детоксикации, является основной мишенью токсического воздействия, а её поражение инициирует каскад патофизиологических процессов, приводящих к системным расстройствам [1,2]. Токсическое поражение печени сопровождается глубокими биохимическими и молекулярно-генетическими изменениями, включая дисфункцию клеточного метаболизма, активацию перекисного окисления липидов и нарушение механизмов антиоксидантной защиты [3], что требует разработки эффективных стратегий фармакологической коррекции нарушений.

Цель исследования – изучить динамику изменений биохимических и молекулярно-генетических маркеров на ранних сроках при моделировании острого токсического гепатита в зависимости от дозы токсиканта, выявить критические периоды токсического процесса и обосновать возможности и пути фармакологической коррекции выявленных нарушений.

Для достижения заявленной цели исследования острый токсический гепатит моделировали *in vivo* на аутбредных крысах-самцах возрастом 12-14 недель и массой 200-220 г. на начало работы, которые были разделены случайным образом на 7 групп по 12 особей в каждой.

В качестве токсиканта использовали 50% раствор тетрахлорметана (ТХМ), который вводили однократно, подкожно, в дозах 0,125; 0,25; 0,5; 1, 2 и 4,0 г/кг массы тела (м.т.) для моделирования интоксикации. Выбор токсиканта был обусловлен его хорошо изученным гепатотоксическим действием, воспроизводимостью модели и известным механизмом повреждения печени, включающим оксидативный стресс, перекисное окисление липидов, дисфункцию митохондрий и последующую гибель гепатоцитов [4-6]. Дозировки ТХМ определялись на основании литературных данных, при этом предпочтение отдавалось более низким дозам, чем классические токсические уровни, что позволило выявить ранние маркеры повреждений до развития необратимых изменений. В качестве носителя и контрольного вещества использовали рафинированное оливковое масло, вводимое подкожно в эквивалентном объёме.

В качестве коррекционных агентов использовались – адеметионин (АДМ; «Гептор», ОАО «Верофарм», Россия; в дозе 72 мг/кг м.т.); этилметилгидроксипиридина сукцинат (ЭМГПС; «Мексидол», ООО «НПК «ФАРМАСОФТ», Россия; в дозе 50 мг/кг м.т.); оксиметилурацил (5-гидрокси-6-метилурацил, далее – ОМУ; в дозе 50 мг/кг м.т.), синтезированный в Уфимском Институте химии УФИЦ РАН.

По завершению 24 и 72-часового воздействия проводили оценку функционального состояния животных: оценивали изменение активности основных «печеночных» ферментов на лабораторном полуавтоматическом фотометре Stat Fax 3300 (USA) – аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), щелочной фосфатазы (ЩФ) и кратность экспрессии генов, связанных с антиоксидантной защитой (*Nfe2l2*, *Hmox1*), системой глутатиона (*Gclc*, *Gstt1*, *Gstm1*, *Gstp1*), регуляцией апоптоза и клеточной гибелью (*Cdkn1a*, *Chek1*, *Ripk1*, *Casp7*).

Экспрессию генов нормировали по уровню *Gapdh*. Применяли экстракцию тотальной РНК, обратную транскрипцию и ПЦР-амплификацию в режиме реального времени. Синтез кДНК осуществляли на основе тотальной РНК с применением специализированного набора, ПЦР выполняли на амплификаторе с SYBR Green. Праймеры для ПЦР разрабатывали с помощью специализированного программного обеспечения.

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета SciPy Python 3.10, значимость различий определялась при уровне $p < 0,05$. Доза-ответные зависимости визуализировали с помощью GraphPad Prism, версия 8.0.1 (224) для дальнейшего анализа [7].

В ходе экспериментального исследования установлено, что зависимости кривой «доза-ответ» для молекулярно-генетических и биохимических параметров существенно различаются между 24- и 72-часовыми наблюдениями. При этом, в большинстве случаев после 72 часов воздействия не выявлено дозозависимых изменений в кратности экспрессии генов.

Комплексный анализ выявленных изменений показал, что через 24 часа после введения токсиканта в дозах 0,125–0,5 г/кг м.т. активируются защитные механизмы, тогда как при дозе $\geq 1,0$ г/кг м.т. начинают преобладать процессы клеточной гибели, включая остановку клеточного цикла и апоптоз. Эти молекулярно-генетические изменения подтверждаются биохимическими данными: в первые 24 часа воздействия отмечено повышение уровней печёночных ферментов, что указывает на острое повреждение гепатоцитов [8,9].

Через 72 часа после введения тетрахлорметана в дозах 0,5–4,0 г/кг м.т. сохраняется активность системы глутатиона, однако одновременно нарастают патологические изменения: увеличивается активность цитолитических ферментов и изменяется экспрессия генов, регулирующих остановку клеточного цикла и апоптоз. На этом этапе также наблюдается усиление биохимических нарушений, что свидетельствует о прогрессировании патологического процесса [8,9]. Вместе с тем экспрессия генов, связанных с антиоксидантной защитой и регуляцией клеточного цикла, демонстрирует неоднозначные изменения, которые зависят преимущественно от продолжительности токсического воздействия, но не от его дозы.

Временные интервалы воздействия выявляют неоднородность реакции клеток, что требует учета динамических особенностей при разработке персонализированных стратегий лечения. Полученные данные позволяют предположить, что антиоксидантные компоненты целесообразно вводить на ранних этапах токсического поражения, так как даже минимальные дозы токсиканта в первые 24 часа инициируют выраженный окислительный стресс. Согласно данным литературы, окислительный стресс играет ключевую роль в каскаде патогенетических процессов, независимо от того, является ли он первичным или носит вторичный характер. Первичное усиление перекисного окисления липидов связано с прямым повреждающим воздействием токсиканта, тогда как вторичное формируется на фоне истощения

эндогенных антиоксидантных систем, включая снижение активности супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы [10, 11]. В этот же период мембраностабилизаторы и антигипоксанты могут проявлять максимальную эффективность за счёт стабилизации клеточных структур, защиты липидного бислоя мембран от перекисного окисления, а также сохранения функциональной активности митохондрий, что критически важно для поддержания энергозависимых процессов в гепатоцитах. Через 72 часа наблюдается дальнейшее повышение активности ферментов цитолиза, свидетельствующее о нарастающем повреждении митохондриальных мембран, что указывает на необходимость применения антигипоксантов. Важную роль в интерпретации результатов играет взаимосвязь биохимических и молекулярных изменений, определяющих степень повреждения печени. Изменения активности ферментов могут служить не только диагностическими, но и прогностическими маркерами, что позволяет объективно оценивать эффективность проводимой терапии.

Учитывая выявленные молекулярные механизмы повреждения печени и их временную динамику, особое внимание следует уделить подбору средств фармакологической коррекции, направленных на нейтрализацию ключевых патогенетических звеньев. Оптимизация коррекционной стратегии требует применения препаратов, способных эффективно снижать окислительный стресс, стабилизировать клеточные мембраны и поддерживать митохондриальную функцию на различных этапах токсического поражения. В этой связи для дальнейшего изучения их корректирующего потенциала и сравнительной оценки эффективности были выбраны АДМ, ЭМГПС и ОМУ, обладающие антиоксидантными, мембранопротекторными и митохондриотропными свойствами.

Результаты экспериментального исследования подтвердили способность всех исследуемых препаратов оказывать положительное влияние на ключевые показатели токсического поражения печени, однако их эффективность варьировала в зависимости от времени воздействия и механизма действия. АДМ оказывает выраженное действие на процессы внутриклеточного метаболизма и процессы восстановления клетки на фоне токсического поражения, а ЭМГПС проявляет антиоксидантные свойства, но требует более длительного времени для значимых изменений. ОМУ продемонстрировал наибольшую эффективность, исходя из активации антиоксидантной защиты, снижении окислительного стресса и регуляции программируемой клеточной смерти [11].

Таким образом, комплексный анализ биохимических и молекулярно-генетических изменений при токсическом поражении печени позволил выявить ключевые патогенетические механизмы, определяющие развитие повреждений, а также обосновать целесообразность раннего применения антиоксидантных и мембранопротекторных препаратов для их коррекции. При этом наибольшую эффективность продемонстрировал оксиметилура-

цил, за счёт стабилизации экспрессии генов антиоксидантной защиты и регуляции адаптивных клеточных механизмов.

Библиографический список

1. Zhang Y., Qi Y., Huang S., Jiang X., Xiao W., Wang L., Liu Z., Liu S. Role of ER Stress in Xenobiotic-Induced Liver Diseases and Hepatotoxicity. *Oxid Med Cell Longev*. 2022; 4640161. doi: 10.1155/2022/4640161.
2. Chiang J. Liver Physiology: Metabolism and Detoxification. *Pathobiology of Human Disease*. 2014: 1770–1782. doi:10.1016/b978-0-12-386456-7.04202-7
3. Stine J.G., Lewis J.H. Current and future directions in the treatment and prevention of drug-induced liver injury: a systematic review. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*. 2016;10(4): 517-36. doi: 10.1586/17474124.2016.1127756.
4. Kim H.J., Odend'hal S., Bruckner J.V. Effect of oral dosing vehicles on the acute hepatotoxicity of carbon tetrachloride in rats. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1990; 102(1): 34-49. doi: 10.1016/0041-008x(90)90081-5
5. Zhang Y.X., Li C., Liang X.R., Jin J.Q., Zhang Y., Xu F., Guan J., Ma Y.Y., Ma X.N., Liu R.K., Fu J.H. Role of 5-HT degradation in acute liver injury induced by carbon tetrachloride. *Eur J Pharmacol*. 2021; 908: 174355. doi: 10.1016/j.ejphar.2021.174355
6. Atawia R.T., Esmat A., Elsherbiny D.A., El-Demerdash E. Telmisartan ameliorates carbon tetrachloride-induced acute hepatotoxicity in rats. *Environ Toxicol*. 2017; 32(2): 359-370. doi: 10.1002/tox.22240
7. Emilien G., van Meurs W., Maloteaux J.M. The dose-response relationship in phase I clinical trials and beyond: use, meaning, and assessment. *Pharmacol Ther*: 88(1):33-58. doi: 10.1016/s0163-7258(00)00077-2
8. Bonventre J.V., Yang L. Injury Biomarkers in Toxicology. In: McQueen CA, editor. *Comprehensive Toxicology*. 2nd ed. Elsevier; 2010: 679–704. doi: 10.1016/B978-0-12-404630-6.00055-5
9. Green R.M., Flamm S. AGA technical review on the evaluation of liver chemistry tests. *Gastroenterology*. 2002; 123(4):1367-84. doi: 10.1053/gast.2002.3606
10. Мышкин В. А., Еникеев Д. А. Оксиметилурацил и патология печени: экспериментальный аспект. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2009; 4 (2), 147-151.
11. Мышкин В. А., Еникеев Д. А., Срубиллин Д. В., Репина Э. Ф., Гимадиева А. Р., Габдрахманова И. Д. Защита печени оксиметилурацилом и производными янтарной кислоты при воздействии тетрахлорметана в эксперименте. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2017: 61(3), 97–102.

Сведения об авторах.

Рябова Юлия Владимировна, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией токсикологии отдела токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (450106, г. Уфа, e-mail: ryabovayuvl@yandex.ru; ORCID iD: 0000-0003-2677-0479).

Каримов Денис Олегович, кандидат медицинских наук, заведующий отделом токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»; старший научный сотрудник ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко» (450106, г. Уфа, e-mail: karimovdo@gmail.com; ORCID iD: 0000-0003-0039-6757).

Репина Эльвира Фаридовна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории токсикологии отдела токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (450106, г. Уфа, e-mail: e.f.repina@bk.ru; ORCID iD: 0000-0001-8798-0846).

ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ - ДОЛГОЛЕТИЕ – ПРОФИЛАКТИКА УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ - БИОМАРКЕРЫ

**Савченко О.А.^{1,2}, Костюк И.И.², Кропотов И.Ю.²,
Савченко О.А.³, Савченко О.О.³**

¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²БУЗОО «Территориальный центр медицины катастроф», г. Омск

³ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Омск

В статье представлены сведения о здоровьесбережении населения Российской Федерации (РФ), направленные на достижение целей трудового долголетия, профилактику ускоренного старения, внедрение биомаркеров в медицинскую практику. Применены методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Ключевые слова: факторы, здоровьесбережение, долголетие, профилактика, ускоренное старение, биомаркеры

HEALTH CARE - LONGEVITY – PREVENTION OF ACCELERATED AGING – BIOMARKERS

**Savchenko O.A.^{1,2}, Kostyuk I.I.¹, Kropotov I.Yu.¹,
Savchenko O.A.², Savchenko O.O.²**

¹Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,

²BUZOO "Territorial Center of disaster Medicine", Omsk

³Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Omsk

The article presents information about the health care of the population of the Russian Federation (RF) aimed at achieving the goals of longevity in work, preventing accelerated aging, and introducing biomarkers into medical practice. The methods of theoretical research are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

Keywords: factors, health care, longevity, prevention, accelerated aging, biomarkers

Охрана здоровья населения в наши дни всё чаще рассматривается в связи с качеством жизни (КЖ) общества, то есть системой материальных, социокультурных, экологических и демографических компонентов [1], на основе принципов здорового образа жизни.

Проблемы состояния здоровья человека вообще и в частности, продолжительность жизни, её активный образ актуальны до настоящего времени, но досконально не изучены [2].

В странах с развитой экономикой и системой здравоохранения преобладают долгоживущие люди, так как созданы более комфортные условия их

существования и более щадящие условия работы, обеспечивающие здоровьесбережение населения, по сравнению со странами с низким уровнем дохода на душу населения, и слабо развитой системой здравоохранения [3].

Факторами, способствующими долголетию, являются: медико-биологические, социально-психологические факторы, самосохранительное поведение и здоровый образ жизни, социокультурные и/или антивозрастные вмешательства, такие как ограничение калорий. Огромный отпечаток на продолжительность жизни человека накладывает окружающая его физическая и социальная здоровьесформирующая среда, способствующая поддержанию физиологической и психологической стабильности (забота о близких людях, профессиональная и социальная востребованность, «нужность») [3].

В РФ вследствие коренных преобразований, возникших после распада СССР, связанных с замедлением темпов развития научно-технического прогресса, снижением уровня здоровья населения, продолжительности и качества жизни, образованием, ухудшением экологического состояния окружающей природной среды (ОПС) в целом наблюдается сокращение численности населения, что связано с преобладанием убыли населения над рождаемостью, а также недостаточным миграционным приростом [3].

Проблемы ускоренного старения трудовых ресурсов в РФ, установление причин их вызывающих, для своевременного принятия комплекса мер, направленных на предупреждение возникновения и развития профессиональных заболеваний у трудового контингента и населения, проживающего в непосредственной близости влияния опасных производственных объектов [4].

На преждевременное старение и смертность трудового контингента от приобретённых неинфекционных заболеваний оказывают влияние профессиональные, социально-экономические, поведенческие, генетические факторы и факторы окружающей природной среды (ОПС), которые провоцируют риски развития и прогрессирования различных заболеваний [5].

Риск для здоровья – вероятность причинения вреда (ущерба) здоровью человека (популяции), а также здоровью его (их) будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания (факторов риска).

Фактор риска для здоровья – конкретная причина или условие среды обитания, создающие угрозу причинения вреда здоровью человека, а также здоровью его будущих поколений [2].

К факторам риска (рискометрам позволяющим визуализировать потенциальный риск преждевременного старения трудового контингента с целью его предотвращения) способствующим старению, относят [6]:

1) Факторы производственной среды, а также тяжесть и напряжённость трудового процесса:

- химические (ксилол, толуол, свинец, кадмий, кобальт, мышьяк, бензин, ацетон, угарный газ, пестициды, соединения кремния, кальция и углерода, оксиды железа, магния, марганца и др.);

- физические: шум, ультразвук, инфразвук (частота звуковых колебаний, уровень шума), вибрация (частота колебаний и их скорость), неионизирующее излучение (частота электромагнитных излучений), световая среда; коэффициент естественной освещенности;

- биологические (вирусные гепатиты, туберкулез, covid-19 и др.).

2) Генетические и эпигенетические факторы:

- образование свободных радикалов (окислительный стресс);

- накопление повреждений в митохондриальной ДНК (мутации);

- укорочение длины теломер (ограничение числа клеточного деления);

- метилирование и гликозилирование ДНК (модификация молекулы ДНК);

- гиперинсулинемия (нарушение уровней гормона инсулина).

3) Патологические факторы:

- болезнь Альцгеймера (дегенеративное заболевание центральной нервной системы);

- болезнь Паркинсона (поражение экстрапирамидной системы);

- синдром Дауна (хромосомная патология);

- сахарный диабет (нарушение производства или взаимодействия инсулина);

- атеросклероз (поражение сосудов и артерий).

4) Экзогенные факторы:

- стресс (нарушения в работе нервной, эндокринной и иммунной систем);

- табакокурение (влияние табачного дыма и его составляющих: азота, оксид азота, углекислого и угарного газа, смол, никотина, фенола и крезолола, N- нитрозаминов, аргона, метана, углеводородов, синильной кислоты, сероводорода, аммиака, пиренов, альдегидов, неорганических соединений (свинец, никель), ароматических аминов и др.);

- алкоголизм (хроническая алкогольная интоксикация, вплоть до сопора и коллапса);

- нарушение режимов труда и отдыха (бессонница, эмоциональное выгорание);

- нарушения в питании (нарушения липидного и белкового обмена, язвенная болезнь желудка и 12 перстной кишки);

- экологические факторы (влияние наночастиц частиц пыли и металлов, аэрозолей химически активных веществ).

Предполагается, что суммирующий эффект от факторов риска для здоровья, превышающий степень адаптации организма к этим воздействиям вызывает биологическое и функциональное старение, которое отражает текущие изменения в организме человека, внутреннюю дегенерацию организма и его способность реагировать на различные стрессоры (воздействие факторов образа жизни и окружающей среды, в том числе профессионально обусловленных) [7]. Хронический «производственный» стресс и длительное психоэмоциональное перенапряжение могут стать причиной травм, острых заболеваний или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти,

т.е. являются триггерами для возникновения заболеваний, связанных с условиями труда и профессией [8]. При старении в организме развиваются различные генетические, морфологические и функциональные изменения, сходные с теми, которые наблюдаются при стрессе [9].

Современная государственная политика РФ в области охраны профессионального здоровья и здорового старения трудового контингента направлена на развитие и поддержание функциональной способности, которая обеспечивает благополучие работающих и сохранение их здоровья как в молодом, так и в пожилом возрасте [10]. Осуществляется разработка методов прогнозирования риска развития профессионально обусловленных заболеваний, идёт работа по улучшению общего состояния здоровья и качества жизни трудового контингента, проводятся эффективных мероприятия по повышению жизнестойкости и продлению профессионального долголетия, ведению здорового образа жизни [11].

Одним из направлений современных научных исследований, направленных на здоровье и сохранение трудового контингента, является установление и своевременное использование биомаркеров старения [4-7, 10], которые помогают установлению биологического возраста организма и проведению оценки его уязвимости к различным возрастным заболеваниям [4]. Биомаркеры старения трудового контингента помогают идентифицировать медицинским специалистам признаки преждевременного старения и оценивать риск потери здоровья для работников [4].

1. Физическая активность: Низкая физическая активность является одним из главных факторов риска старения. Мониторинг физической активности работников может помочь оценить риск преждевременного старения.

2. Индекс массы тела (ИМТ): Высокий ИМТ связан с увеличенным риском различных возрастных заболеваний и преждевременного старения. Оценка ИМТ может помочь идентифицировать работников с риском развития проблем со здоровьем.

3. Кровяное давление: Повышенное кровяное давление является стандартным биомаркером возрастных заболеваний и может указывать на риск преждевременного старения.

4. Холестерин: Повышенные уровни холестерина в крови связаны с атеросклерозом и сердечно-сосудистыми заболеваниями, которые часто являются проявлением старения.

5. Уровень сахара в крови: Повышенные уровни сахара в крови (гипергликемия) могут быть связаны с диабетом, что повышает риск возрастных заболеваний и преждевременного старения.

6. Уровень стресса: Хронический стресс может ускорять процесс старения. Оценка уровня стресса работников может помочь определить их риск преждевременного старения.

7. Генетические маркеры: Некоторые генетические маркеры могут быть связаны с увеличенным риском преждевременного старения (генетическая мутация в гене LMNA (ламин А/С)). Эта мутация связана с различ-

ными расстройствами, такими как прогерия (синдром ускоренного старения) и дилатационная кардиомиопатия; изменения в генах, связанных с детоксикацией токсинов (например, ген GSTM1) и защитой от повреждений ДНК (например, ген BRCA1). Эти изменения могут повышать уровень оксидативного стресса и повреждение ДНК, что может привести к ускоренному старению). Исследования генетики и возрастного старения могут помочь идентифицировать работников с более высоким риском.

Кроме того, актуальными в настоящее время являются генетические исследования на модельных животных, раскрывающие вопросы изучения количественной оценки изолированного воздействия физических и химических производственных факторов, тяжести и напряженности трудового процесса на относительную длину теломер (ОДТ) для установления механизмов развития преждевременного старения [12, 13, 14].

Полученные авторами результаты могут рассматриваться как подтверждение гипотезы о том, что укорочение ОДТ у биологических объектов, длительно находящихся под воздействием физических и химических факторов производственной среды, свидетельствует о раннем клеточном старении. Вывод коррелируется с ранее выполненными исследованиями, что длина теломер является маркером рисков развития возрастных заболеваний и заболеваний, связанных с профессией, в том числе сердечно-сосудистых (инфаркты, инсульты) [15]. Кроме того, изолированное периодическое воздействие физических и химических факторов (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в хроническом эксперименте на модельных животных провоцировало укорочение ОДТ [12-14], вызывало снижение двигательной, эмоциональной и исследовательской активности [16], а также провоцировало развитие морфологических изменений в двух и более внутренних органах (биомаркер ускоренного старения) у модельных животных с наиболее выраженными сосудистыми изменениями на 180-е сутки эксперимента и с начальными проявлениями на 60-е и 120-е сутки [17], что может свидетельствовать о запуске старения биологических систем и негативно влиять на сроки их жизни.

Своевременное установление факторов риска и биомаркеров, направленных на выявление различных заболеваний и преждевременного старения, является достаточно эффективным направлением здоровьесбережения трудового долголетия населения РФ. Решать проблему развития ускоренного старения населения России необходимо комплексно, учитывая, что длительный стресс приводит к развитию различных заболеваний, преждевременному (клеточному) старению, снижению качества и продолжительности жизни россиян.

Библиографический список

1. Костюк И.И., Василина А.А., Кискина Л.Г., Савченко О.А., Ступа С.С. Стратегия безопасности охраны здоровья населения - приоритет национальной безопасности Российской Федерации // Наука и военная безопасность. – 2023. – №1(32). – С. 145-149. – EDN JKNHWL.

2. Савченко О.А., Забаровский С.А. Формирование культуры здорового образа мысли - как единой составляющей здорового и безопасного образа жизни // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева. – 2019. – № 3(19). – С. 135-149. – EDN ESYQBQ.

3. Савченко О.А., Мингазов И.Ф., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Ступа С.С., Костюк И.И. Долгожителство: миф или реальность // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2022. – Т. 17, № 3. – С. 1110-1119. – EDN СКРАЕУ.

4. Биомаркеры и рискометры старения / О.А. Савченко, Н.Ф. Чуенко, П.Е. Свечкар // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18-19 апреля 2024 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 187-197. – EDN AELPAN.

5. Рискометры старения / О. А. Савченко, И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко [и др.] // Здоровье и окружающая среда: Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», Минск, 24–25 ноября 2022 года. – Минск: Издательский центр БГУ, 2022. – С. 52-56. – EDN FKZSYW.

6. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В., Савченко О.А. Рискометры и маркеры ускоренного старения // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. – 2024. – Т. 4, № 1(13). – С. 17-29. – DOI 10.61634/2782-3024-2024-13-17-29. – EDN RRMBDS.

7. Каримов Д.Д., Кудояров Э.Р., Мухаммадиева Г.Ф., Зиатдинова М.М. Байгильдин С.С., Якупова Т.Г. Биомаркеры старения в исследовании профессионально обусловленных вредных воздействий (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2021; 100(11): 1328-1332. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1328-1332>.

8. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.

9. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В., Савченко О.А. Особенности воздействия производственных факторов на процессы преждевременного старения и изменение биологического возраста // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. - 2024. - Т. 4. - №1. - С. 3-16. – DOI 10.61634/2782-3024-2024-13-3-16.

10. 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. – № 3(54). – С. 45-52. – EDN DIANFU.

11. Основы гигиенических знаний и здорового образа жизни: учебное пособие для обучающихся средних и высших учебных заведений / О.А. Савченко, И.И. Новикова, Р.И. Айзман [и др.]. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2021. – 143 с. – ISBN 978-5-98566-200-9. – EDN QRLXZH.

12. Савченко О.А. Влияние производственных факторов на относительную длину теломер мышей ICR / О. А. Савченко, П. Е. Свечкар, И. И. Новикова // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 4. – С. 113-118. – DOI 10.18699/SSMJ20240412. – EDN VOGXTS.

13. Savchenko O. A. Effect of Production Factors on the Relative Telomere Length of ICR Mice / O. A. Savchenko, P. E. Svechkar, I. I. Novikova // Cell and Tissue Biology. – 2025. – Vol. 19, No. 2. – P. 161-165. – DOI 10.1134/S1990519X25020087. – EDN FJEOAR.

14. Савченко О.А., Новикова И.И., Савченко О.А. Сравнительная оценка изолированного влияния физических и химических факторов на относительную длину теломер лабораторных животных в модельных условиях // Анализ риска здоровью. – 2025. – № 1. – С. 106–113. DOI: 10.21668/health.risk/2025.1.10.

15. Telomere length: a potential biomarker for the risk and prognosis of stroke / Y. Tian, S. Wang, F. Jiao, Q. Kong, C. Liu, Y. Wu // *Front. Neurol.* – 2019. – Vol. 10. – P. 624. DOI: 10.3389/fneur.2019.00624.

16. Оценка влияния производственных факторов на физиологические показатели, поведенческие реакции и ускоренное старение лабораторных животных в условиях хронического эксперимента / О.А. Савченко, И.И. Новикова, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко // *Санитарный врач.* – 2024. – № 11. – С. 780–793. DOI: 10.33920/med-08-2411-03. – EDN GSBKDW.

17. Савченко О.А., Новикова И.И. Оценка влияния производственных факторов на состояние внутренних органов модельных животных в 180-дневном эксперименте // *Сибирский научный медицинский журнал.* – 2025. – Т. 45, № 1. – С. 109–121. DOI: 10.18699/SSMJ20250112. – EDN UJJPJN.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>.

Костюк Иван Иванович, e-mail: ivan_kostiuk@mail.ru; директор Территориального центра медицины катастроф, 644105, Омск, ул. 22 Партсъезда, д. 98, корп. 2; SPIN-код: 8732-4597, AuthorID: 1168529; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4677-2308>.

Кропотов Игорь Юрьевич; e-mail: garikquattro.ru@inbox.ru; начальник организационно-методического отдела Территориального центра медицины катастроф, 644105, Омск, ул. 22 Партсъезда, д. 98, корп. 2; SPIN-код: 3933-9844, AuthorID: 1256493; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4824-4190>.

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>.

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenkooh@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>.

**О РЕЗУЛЬТАТАХ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОТЕКТИВНЫХ
СВОЙСТВ ВИТАМИНОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА МОРФОГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРЕННИХ
ОРГАНОВ КРЫС WISTAR В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ХОЛОДОВОГО ФАКТОРА И НЕОБЫЧНОГО
СВЕТОВОГО РЕЖИМА**

*Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Чуенко Н.Ф.¹,
Савченко О.А.², Савченко О.О.²*

*¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

*²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Омск*

В статье представлены результаты изучения влияния протективных свойств витаминов и минеральных веществ на морфогистологическое состояние внутренних органов (миокард, лёгкое, печень, почка, селезёнка) крыс Wistar в 28 дневных модельных условиях воздействия холодого фактора и необычного светового режима. Животные распределены на 4 группы (2 опытных и 2 контрольных) по 12 особей в каждой, с выведением на 28 сутки эксперимента. Крысы Wistar двух опытных групп (ОГ №1 и ОГ №2) и одной контрольной группы (КГ №3) содержались под воздействием холодого фактора и необычного фотопериодизма - моделированные условия Северных территорий РФ (14 дней - «Полярная ночь: 22 часа ночь, 2 часа свет», температура в помещении + 4-6° С; 14 дней - «Полярный день: 22 часа - свет, 2 часа - ночь», температура в помещении + 4-6 °С), и одной группы интактных животных - контрольная группа (КГ №4), содержащихся в комфортных условиях (обычный фотопериодизм, температурный режим +22-24°С). Применены гигиенические, токсикологические, физиологические, морфогистологические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Полученный положительный биологический эффект у крыс Wistar от 28-дневного приёма витаминов и микроэлементов (ВМК), в условиях, имитирующих Северные территории РФ (ОГ №1 и ОГ №2), заключался в менее выраженных сосудистых изменениях в тканях органов, по сравнению с животными (КГ №3), находящимися в экстремальных условиях (низких температур и необычного фотопериодизма), но не получавшими ВМК, и отсутствие патологических изменений у крыс в КГ №4. Исследование позволяет рекомендовать ВМК для включения в рационы, как работающих вахтовым методом, так и для коренного населения Крайнего Севера с целью обеспечения физиологической потребности в данных веществах, сохранения здоровья, предотвращения ускоренного клеточного старения и увеличения сроков активного трудового долголетия.

Ключевые слова: модельные условия воздействия холодого фактора и необычного светового режима; 28-дневный эксперимент; крысы; морфогистологическое исследование; внутренние органы, витамины и микроэлементы, долголетие.

ON THE RESULTS OF STUDYING THE EFFECT OF PROTECTIVE PROPERTIES OF VITAMINS AND MINERALS ON THE MORPHOHISTOLOGICAL STATE OF THE INTERNAL ORGANS OF WISTAR RATS UNDER THE INFLUENCE OF COLD FACTORS AND UNUSUAL LIGHT CONDITIONS

Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Chuenko N.F.¹,
Savchenko O.A.², Savchenko O.O.²

¹ Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk

² Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk

The article presents the results of studying the effect of protective properties of vitamins and minerals on the morphohistological state of internal organs (myocardium, lung, liver, kidney, spleen) of Wistar rats under 28-day model conditions of exposure to cold factors and unusual light conditions. The animals were divided into 4 groups (2 experimental and 2 control) of 12 individuals each, with breeding on the 28th day of the experiment. Wistar rats of two experimental groups (EGNo. 1 and EGNo. 2) and one control group (KGNo. 3) were kept under the influence of the cold factor and unusual photoperiodism - simulated conditions of the Northern territories of the Russian Federation (14 days - "Polar night: 22 hours night, 2 hours light", indoor temperature + 4-6 ° C; 14 days - "Polar day: 22 hours - light, 2 hours - night", room temperature + 4-6 ° C), and one group of intact animals - the control group (KG No. 4), kept in comfortable conditions (normal photoperiodism, temperature regime +22-24 ° C). Hygienic, toxicological, physiological, morphohistological and theoretical research methods are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

The positive biological effect obtained in Wistar rats from a 28-day intake of vitamins and trace elements (VMC), in conditions simulating the Northern territories of the Russian Federation (OHG No. 1 and OHG No. 2), consisted in less pronounced vascular changes in organ tissues, compared with animals (KG No. 3) in extreme conditions (low temperatures and unusual photoperiodism), but did not receive IUD, and the absence of pathological changes in rats in KG No. 4. The study allows us to recommend VMC for inclusion in the diets of both shift workers and the indigenous population of the Far North in order to ensure the physiological need for these substances, preserve health, prevent accelerated cellular aging and increase the duration of active labor longevity.

Keywords: model conditions of exposure to the cold factor and unusual light conditions; 28-day experiment; rats; morphohistological study; internal organs, vitamins and trace elements, longevity.

Государственная политика Российской Федерации (РФ) направлена на трудовое долголетие и профилактику трудонедостаточности у населения страны. Приоритетным направлением государственной политики в области трудовых отношений, обеспечивающих экономическую стабильность государства, является сохранение здоровья работающего контингента Российской Федерации (РФ) [1].

Длительное проживание в условиях Крайнего Севера приводит к увеличению функциональных нагрузок на организм, вследствие чего появляется риск нарушения и утраты здоровья. Объективные показатели здоровья

северян хуже, чем у жителей более южных регионов [2]. Синдром полярного напряжения у работающих в условиях Арктической зоны, формируется на фоне дефицита витаминов (С, Е, В1, В2, В3, В6, В9, В12, А, D), дефицита минеральных веществ (цинк, железо, йод, магний, селен), что вызывает нарушение процессов адаптации. В результате нарушения адаптации к экстремальным условиям, у трудового контингента существенно повышаются риски формирования болезней системы кровообращения, эндокринной системы, иммунной системы, нервной системы, опорно-двигательного аппарата [3].

Экстремальные климатогеографические условия проживания, особенности гормонального статуса, липидного и углеводного обменов у коренного и временно проживающего населения Крайнего Севера, а также острая проблема микронутриентной недостаточности у работающего контингента в условиях Арктической зоны, выдвигают на первый план задачи изучения морфофункциональных особенностей проживающих в условиях холода и необычного светового режима, в том числе с изучением в экспериментальных условиях на организмах лабораторных животных протективных свойств белково-липидной компоненты, витаминов и минеральных веществ, поступающих с пищей [4]. Так, одним из важнейших компонентов для сохранения здоровья населения северных территорий РФ является обеспечение работающего контингента питанием, содержащим необходимое количество пищевых веществ, витаминов и минеральных веществ для нормального функционирования организма в условиях низких температур и необычного фотопериодизма [5].

Этические и технические проблемы, присутствующие при проведении долгосрочных исследований, направленных на предупреждение развития гиповитаминозов и микроэлементозов у работающих вахтовым методом в условиях Севера [2, 5-7], делают актуальным использование в качестве экспериментальной модели лабораторных крыс линии Wistar [3, 4, 8]. Кроме того, исследования на теплокровных организмах по оценке влияния производственных факторов на состояние внутренних органов в модельных условиях, в зависимости от вида и продолжительности их действия, становятся все более актуальными для установления начальных проявлений патологии на этапе экспертизы связи заболевания с профессией у работающих во вредных производственных условиях [9].

Все это определило методологию научного исследования, исходя из цели и задач эксперимента.

Цель исследования – оценка влияния протективных свойств витаминов и минеральных веществ на морфогистологическое состояние внутренних органов крыс Wistar в условиях воздействия холодового фактора и необычного светового режима.

Животные – 3 мес. (n=48) обоего пола, были разделены на 2 контрольные группы (КГ №3 и КГ №4) и 2 опытные (наблюдения) группам (ОГ №1 и ОГ №2). Каждая группа состояла из 12 разнополых особей (6♂+6♀). Животные 2-х опытных групп содержались в условиях, имити-

рующих Северные территории РФ, и получали дополнительно к рациону ВМК в 2-х дозах. ОГ №1 получала 1-кратную суточную дозу ВМК, содержащего витамины (С, Е, В1, В2, В3, В6, В9, В12, D3, каротин) и минеральные вещества (цинк, железо, йод) в пересчете на вес животного (при использовании среднего веса человека 60-70 кг), в дозе 0,015 г в сутки (6♂+6♀). ОГ №2 получала 10-кратную суточную дозу ВМК в пересчете на вес животного (при использовании среднего веса человека 60-70 кг) в дозе 0,15 г в сутки (6♂+6♀). Группа Г3 – контрольная группа КГ №3 (крысы, которые находились в аналогичных условиях, имитирующих зону Северных территорий РФ, но не получала ВМК), другая контрольная группа Г4 – КГ №4 (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 °С, влажности 45 % - интактные животные, но не получали ВМК).

На 28 день крыс подвергали эвтаназии с помощью хлороформа (шприцем вводили в эксикатор 3 мл хлороформа и отмечали время от момента введения до момента наступления наркотического сна, процедуру повторяли с 5 и 10 мл хлороформа), и некропии с извлечением органов для гистопатологических исследований. Светооптическое исследование и микрофотосъемку проводили на микроскопе Imager Z1 (Zeiss, Германия). Органы после взвешивания фиксировали в течение 24 час. при +4°С в свежем забуференном 10% формалине. После фиксации и промывки в 0,1 М фосфатном буфере (рН 7,2) исследуемые образцы помещали в парафиновые блоки и получали срезы толщиной 10 мкм с использованием микротомы, после депарафинирования срезы окрашивали гематоксилином-эозином по стандартной методике.

В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические, и гистологические методы. Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)⁹, после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

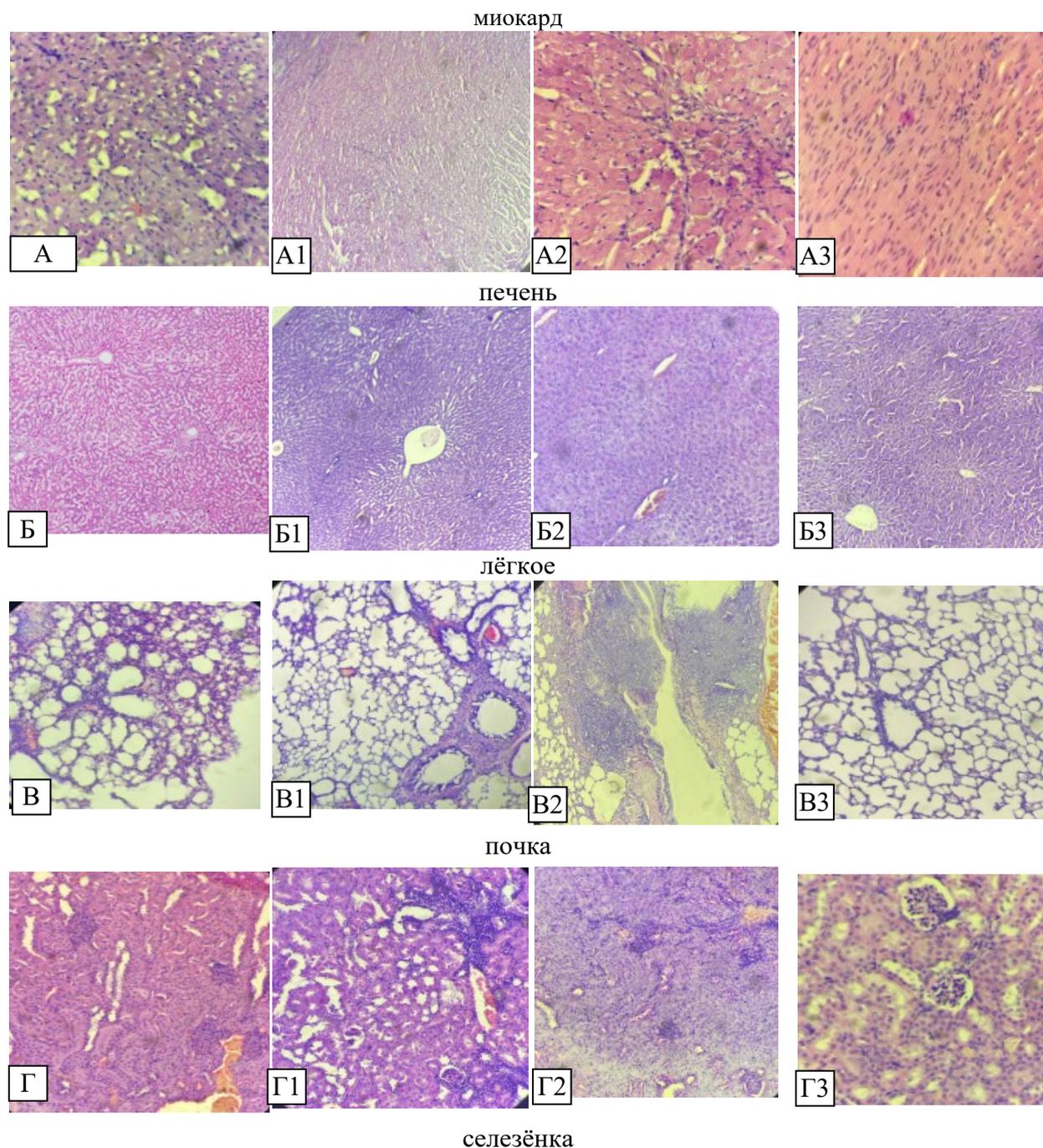
В ходе эксперимента были определены границы variability морфологии внутренних органов у крыс Wistar за 28 дней воздействия (1 и 28-е сутки), и степень морфологических изменений у животных в зависимости от группы, наличия приёма и дозы ВМК, и продолжительности воздействия холодового фактора и необычного фотопериодизма в сравнении с контрольной группой - интактные животные (рис.).

Доклиническое исследование органов 3 месячных крыс Wistar в первый день показало отсутствие патологических изменений в исследуемых внутренних органах, и считалось фоновым. Различий в структуре внутренних органах между самцами и самками животных не наблюдалось.

В срезах миокарда в ГН №1 и ГН №2, содержащихся в условиях холодового фактора и необычного фотопериодизма, но получавших ВМК, отмеча-

⁹ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmqr588324754>

лось неравномерное кровенаполнение, мелкоочаговые скопления лимфоцитов, единичные признаки дистрофии кардиомиоцитов (Рис.: А, А1).



миокард: А – «ОГ №1 (опытная группа)», А1 – «ОГ №2 (опытная группа)», А2 – «КГ №3 (контрольная группа)», А3 – «КГ №4 (контрольная группа)»;

печень: Б – «ОГ №1 (опытная группа)», Б1 – «ОГ №2 (опытная группа)», Б2 – «КГ №3 (контрольная группа)», Б3 – «КГ №4 (контрольная группа)»;

лёгкое: В – «ОГ №1 (опытная группа)», В1 – «ОГ №2 (опытная группа)», В2 – «КГ №3 (контрольная группа)», В3 – «КГ №4 (контрольная группа)»;

почка: Г – «ОГ №1 (опытная группа)», Г1 – «ОГ №2 (опытная группа)», Г2 – «КГ №3 (контрольная группа)», Г3 – «КГ №4 (контрольная группа)»;

Рисунок – Морфологическое состояние внутренних органов (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 28 день эксперимента:

В КГ №3 (воздействие холодого фактора и необычного фотопериодизма без приема ВМК) выявлено неравномерное кровенаполнение, в сосудах множественные эритроцитарные тромбы, отек межуточной ткани, выраженная дистрофия кардиомиоцитов (Рис.: А2). В срезе миокарда у крыс Wistar КГ №4 (традиционный рацион и комфортные условия содержания) ткань была умеренно полнокровна, кардиомиоциты расположены плотно, признаков дистрофии кардиомиоцитов не обнаруживалось (Рис.: А3).

Печень. В срезах тканей печени крыс Wistar в ГН №1 и ГН №2 отмечались структурные изменения, более выраженные в группе №2: признаки полнокровия с тромбозом центральных вен и дистрофии гепатоцитов, выявлены единичные двуядерные гепатоциты (Рис.: Б, Б1). В КГ №3 (воздействие холодого фактора и необычного фотопериодизма) выявлено выраженное полнокровие с тромбозом центральных вен и синусоидов, паретическое расширение центральных вен, тотальная дистрофия гепатоцитов (Рис.: Б2). В срезах печени у крыс Wistar КГ №4 (традиционный рацион и комфортные условия содержания) визуализируется ровная гладкая капсула, сохранено дольчатое строение паренхимы, отмечалась нормальная структура гепатоцитов без признаков дистрофии (Рис.: Б3).

Ткань лёгкого. В срезах ткани легких у крыс Wistar в ГН №1 и ГН №2 выявлены признаки очаговой лимфоцитарной инфильтрации, отдельные очагово-межальвеолярные утолщения перегородок, участки ателектазов, в сосудах преимущественно белые и смешанные тромбы (Рис.: В, В1). В КГ №3 (воздействие холодого фактора и необычного фотопериодизма) отмечалось неравномерное кровенаполнение, очаговые кровоизлияния, утолщение стенок сосудов с гиалинозом, утолщение межальвеолярных перегородок, полнокровие с очаговой лимфоцитарной инфильтрацией, частичное разрушение стенок бронхов (Рис.: В2). На срезах ткани легких у крыс Wistar в ГК №4 патологических изменений не выявлено (Рис.: В3).

Ткань почек. На срезе тканей почек у крыс Wistar в ГН №1 и ГН №2 (Рис.: Г, Г1), а также в КГ №3 (Рис.: Г2) выявлены аналогичные структурные изменения: неравномерное полнокровие, участки кровоизлияний, в сосудах эритроцитарные тромбы, выраженная дистрофия эпителия извитых канальцев с апикальными некрозами. Отмечались участки канальцев с отеком, набухшим эпителием, перекрывающим просвет, выводных протоков с уплощением и атрофией эпителия. Выявлялись клубочки различных размеров, часть из них с отеком и расширенным мочевым пространством и часть – с полнокровными капиллярами. В срезах тканей почек у крыс Wistar КГ №4 (обычное питание и содержание в комфортных условиях) наблюдалась нормальная гистологическая картина: ткань умеренно полнокровная, структура строения сохранена, сосудистая система почки представлена артериальной и венозной сетью, а также капиллярной системой, охватывающей стенки нефронов (Рис.: Г3).

Результаты проведённого гистоморфологического исследования (Рис.) свидетельствуют, что у крыс Wistar, содержащихся в условиях дей-

ствия холодого фактора и необычного фотопериодизма (ГН №1 и ГН №2), получавших с рационом ВМК (с витаминами А, D, В1, В2, В3, В6, В12 и С и минеральными веществами – Zn, Fe, I, Se) в структуре миокарда, печени и легких наблюдались более умеренные сосудистые изменения, с меньшей степенью дистрофических изменений клеток изучаемых органов, в частности кардиомиоцитов и гепатоцитов по сравнению с КГ № 3 (находившихся в аналогичных условиях содержания, но не получавших ВМК).

Появление единичных двуядерных гепатоцитов может свидетельствовать о проходящих регенераторных процессах в печени и активизации процесса адаптации к экстремальным условиям содержания. Образование двуядерных гепатоцитов из одноядерных в процессе репаративной регенерации на фоне действия холода и пищи, обогащённой витаминно-минеральными веществами, может рассматриваться как резерв полиплоидизации, что свидетельствует о протективном действии применяемого витаминно-минерального комплекса на морфологическое состояние органов и активизации адаптационных возможностей организма при его применении.

Полученный положительный биологический эффект у крыс Wistar от воздействия приёма ВМК, в условиях, имитирующих Северные территории РФ, заключался в менее выраженных сосудистых изменениях в тканях органов, по сравнению с животными, находящимися в экстремальных условиях (низких температур и необычного фотопериодизма), но не получавшими ВМК.

Проведённое исследование позволяет рекомендовать ВМК для включения в рационы, как работающих вахтовым методом, так и для коренного населения Крайнего Севера с целью обеспечения физиологической потребности в данных веществах, сохранения здоровья, предотвращения ускоренного клеточного старения и увеличения сроков активного трудового долголетия.

Библиографический список

1. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.

2. Полноценное питание - как важнейший фактор сохранения здоровья, предупреждения ускоренного старения и долгожительства населения Арктической зоны / О.А. Савченко, И.И. Новикова, И.И. Костюк [и др.] // Актуальные вопросы гигиены в условиях современных вызовов: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 20-21 апреля 2023 года. – Омск: ОГА, 2023. – С. 246-255.

3. Результаты экспериментального изучения протективных свойств витаминов и минеральных веществ в условиях, приближенных к Арктической зоне / М.В. Семенихина, О.А. Савченко, П.А. Вейних [и др.] // Вопросы питания. 2023. – Т. 92, № S5(549). – С. 183. - DOI: 10.33029/0042-8833-2023-92-5s-225.

4. Результаты экспериментального изучения протективного воздействия комплекса витаминов и минеральных веществ на морфологическое состояние органов-мишеней лабораторных животных в моделированных условиях Арктической зоны /

М.В. Семенихина, И.И. Новикова, С.П. Романенко [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2024. – № 3(39). – С. 92-112. - DOI: 10.24412/2411-3794-2024-10306.

5. Новикова И.И., Романенко С.П., Семенихина М.В. Кругляков П.В., Дегтева Г.Н., Рождественская Л.Н., и др. Оценка включения витаминно-минерального комплекса в рацион организационного питания работающих в условиях Арктической зоны. Российская Арктика. 2023; 5(3): 40-47. - DOI: 10.24412/2658-4255-2023-3-40-47.

6. Andronov S, Lobanov A, Popov A, Luo Y, Shaduyko O, Fesyun A, Lobanova L, Bogdanova E, Kobel'kova I. Changing diets and traditional lifestyle of Siberian Arctic Indigenous Peoples and effects on health and well-being. *Ambio*. 2021;50(11):2060-2071. doi: 10.1007/s13280-020-01387-9.

7. Гмошинский И.В., Никитюк Д.Б. Полярный стресс: механизмы и моделирование в эксперименте. Вестник РАМН. 2022;77(6): 447–457. - DOI: 10.15690/vramn2209.

8. Корсииков Н.А., Лепилов А.В., Бобров И.П., Долгатов А.Ю., Долгатова Е.С., Бабкина А.В. и др. Некоторые особенности структурно-морфологической реорганизации миокарда крыс при однократной глубокой гипотермии в эксперименте. Современные проблемы науки и образования. 2022; 4: 133-133. - DOI: 10.17513/spno.31999.

9. Савченко О.А., Новикова И.И. Оценка влияния производственных факторов на состояние внутренних органов модельных животных в 180-дневном эксперименте // Сибирский научный медицинский журнал. – 2025. – Т. 45, № 1. – С. 109-121. – DOI 10.18699/SSMJ20250112.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenko0a1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 652121; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenko0x@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ БИОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ
ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Потеряева Е.Л.^{2,1},
Чуенко Н.Ф.¹, Плотникова О.В.³, Савченко О.А.³**

¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Новосибирск

³ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Омск

В статье представлены результаты биохимического исследования сыворотки крови крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. Применены гигиенические, токсикологические, биохимические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Полученные результаты биохимического исследования сыворотки крови крыс Wistar свидетельствуют о повышении глюкозы, холестерина, общего билирубина, мочевины, мочевой кислоты, креатинина, и снижении индекса Ритиса, щелочной фосфатазы на фоне развивающихся стресс-индуцированных патологических изменений у животных опытных групп на 180 сутки эксперимента, по сравнению с контролем, что в итоге определяет и повышает риски преждевременного старения различных биологических систем у животных, находившихся в контакте с вредными производственными факторами.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; биохимическое исследование крови

**ON THE RESULTS OF A STUDY OF THE HORMONAL
COMPOSITION OF THE BLOOD SERUM OF WISTAR RATS
EXPOSED TO PERIODIC ISOLATED 180-DAY EXPOSURE
TO PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS OF THE INDUSTRIAL
ENVIRONMENT UNDER MODEL CONDITIONS**

**Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Poteryaeva E.L.^{2,1},
Chuenko N. F.¹, Plotnikova O.V.³, Savchenko O.A.³**

¹*Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk*

²*Novosibirsk State Medical University of the Ministry of Health of the
Russian Federation, Novosibirsk*

²*Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian
Federation, Omsk*

The article presents the results of a study of the hormonal composition of the blood serum of Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical environmental factors (operating at 1.5 MPC) under model conditions. The animals were divided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed from the experiment on days 60, 120 and 180. Hygienic, toxicological, biochemical methods and methods of theoretical research are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

The obtained results of a biochemical study of the blood serum of Wistar rats indicate an increase in glucose, cholesterol, total bilirubin, urea, uric acid, creatinine, and a decrease in the Rhytis index, alkaline phosphatase against the background of developing stress-induced pathological changes in animals of the experimental groups on the 180th day of the experiment, compared with the control, which ultimately determines and increases the risks of premature aging of various biological systems in animals that have been in contact with occupational hazards.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; biochemical blood test.

Удельный вес трудоспособных граждан РФ составляет 60,0 % от всего населения страны, что определяет актуальность проблемы профилактики заболеваний, связанных с неблагоприятным воздействием на работающих опасных производственных факторов (факторы среды и трудового процесса) [1], которые в сочетании с хроническим «производственным» стрессом и длительным хроническим психоэмоциональным перенапряжением могут стать причиной травм, острых заболеваний или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти, т.е. являются триггерами для возникновения заболеваний, связанных с условиями труда и профессией [2].

Человечество в большинстве своём жило бы более 100 лет, если бы не подвергалось стрессовым факторам, войнам, голоду или перееданию, воздействию факторов окружающей среды, депрессивным состояниям, своевременно реагировало на выявляемые маркеры старения и возрастные заболевания [3].

Высокая распространенность хронического стресса среди различных групп населения обуславливает активное исследование аспектов его патогенеза, лечения и профилактики. Продолжительное стрессорное воздействие создает угрозу стойкого нарушения гомеостаза с глубокими перестройками биохимических показателей. Не смотря на многообразие экспериментальных моделей стресса, большинство исследований проводится с использованием одного или с сочетанием двух факторов, что может вносить специфический компонент в полученные результаты. В связи с этим актуальным является оценка влияния хронического неспецифического стресса на изменение биохимических показателей сыворотки крови, в т.ч. в результате воздействия факторов производственной среды [4].

Этические и технические проблемы, возникающие при проведении долгосрочных исследований на человеке, делают актуальным использование в качестве доступной экспериментальной модели лабораторных животных [5], используемых для установления рисков развития профессиональных заболеваний и механизмов возникновения преждевременного старе-

ния. При старении в организме развиваются морфологические и функциональные изменения, сходные с теми, которые наблюдаются при стрессе [6].

Мыши и крысы, особенно полезны в исследованиях старения, поскольку тесно связаны с человеком и млекопитающими, имеют относительно небольшой размер и короткую продолжительность жизни, что делает их более пригодными для изучения по сравнению с более крупными и долгоживущими животными [7]. Физиологическое состояние и состояние здоровья контрольных животных может варьироваться. Из-за этой вариативности важно определить приемлемые диапазоны контрольных гематологических параметров, чтобы лучше понять неблагоприятные и нежелательные эффекты исследуемых веществ и факторов [8].

Актуальность проведения подобных экспериментов на животных по изучению особенностей изолированного воздействия производственных факторов на биохимические показатели крови, влияющие на ускоренное старение у крыс Wistar в условиях хронического эксперимента (крыса живет в 30 раз быстрее человека) [9], не подвергается сомнению, так как полученные знания о нормальных гематологических и клиничко-химических показателях в различные фазы жизни крыс и их изменения под влиянием производственных факторов являются ценным руководством для исследователей [10]. Выбор подходящего возраста животных также может гарантировать, что популяция животных соответствует человеку [11]. Скрининг заболевания, требующий определенного возраста популяции, также требует использования животных соответствующего возраста. При некоторых заболеваниях, таких как старческая анемия, синдром поликистозных яичников или постменопаузальные заболевания, специфическое применение имеют пожилые животные [12].

Биохимические показатели имеют решающее значение для оценки состояния здоровья и заболеваний, связанных с заболеваниями крови, инфекционными заболеваниями, иммунной системой и метаболизмом липопротеидов, регуляцией уровня глюкозы и функциями основных органов обмена веществ, таких как печень и почки. Отклонение от нормы по этим параметрам может свидетельствовать о наличии патологии [13]. Проведённые исследования на мышах по оценке воздействия физических и химических факторов производственной среды на морфологическое состояние органов-мишеней в эксперименте на животных, подтверждают нашу гипотезу [14]. Морфологический анализ органов и тканей подопытных животных выявил наличие комплекса патологических изменений (в двух и более органах: печень, почки и др.) в 90-дневной динамике воздействия факторов производственной среды, по сравнению с морфологическим состоянием органов в группе контроля [14]. Все это определило цель и методологию настоящего исследования, исходя из современной структуры профессиональных заболеваний и изучения хронического воздействия производственных факторов на биохимические показатели сыворотки крови у модельных животных.

Цель исследования – оценка результатов биохимического исследования сыворотки крови крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях

Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола (самки крыс массой - $198,1 \pm 0,4$ г (разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой $325,2 \pm 0,8$ г (разброс по массе не превышал 10%)) были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах¹⁰), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный корректированный, уровень, виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³; бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³; метилбензол - 450 мг/м³; пропан-2-он - 1200 мг/м³ по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю). Для фонового анализа в контрольную группу выделено дополнительно десять особей (n=10), которые размещались отдельно. После 180-дневного воздействия факторов производственной среды животных, половозрелого возраста (12 мес.) - самки крыс массой $245,0 \pm 3,0$ г (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой $381,7 \pm 4,5$ г (разброс по массе не превышал 10%) подвергали эвтаназии с помощью хлороформа для дополнительных исследований органов и тканей. В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические, и биохимические методы. Биохимическое исследование сыворотки крови крыс проводилось по протоколу Laboratory Animals Ltd., Laboratory Animals (1998)¹¹. Для исследования использовали 500 мкл крови из сосудов кончика хвоста от каждого животного, которую отбирали специалисты на 0 (фон), 60, 120, 180 – дни эксперимента, пастеровскими пипетками в гепаринизированные пробирки, а затем подвергали центрифугированию (5000 rpm 15 минут) и подсчётам в аппарате. Для получения сыворотки кровь центрифугировали 15 мин при 3000 об/мин. Для приготовления плазмы, предварительно в пробирку добавлялся антикоагулянт (гепарин натриевая соль, цитрат натрия или 2% раствор ЕДТА). Полученная сыворотка (или

¹⁰ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

¹¹ van Zutphen LF. Proefdieren en dierproeven [Laboratory animals and animal experiments]. Tijdschr Diergeneeskd. 1986 Feb 1;111(3):121-31. Dutch. PMID: 3513372

плазма) переносилась во вторичные пробирки, которые затем загружали в анализатор.

Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)¹², после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Биохимический состав сыворотки крови крыс Wistar (табл.) опытных групп (Г2, Г3, Г4) характеризует существенную вариативность показателей крови (аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, концентрацию креатинина, мочевины, глюкозы, триглицеридов, общего билирубина, общего холестерина, общего белка) по сравнению с контролем (Г1).

В ходе 180-дневного эксперимента выделены изменения показателей крови (таблица) в опытных группах – биомаркеры: уровень мочевой кислоты – маркер воспаления; уровень холестерина и глюкозы – оценка метаболического статуса; повышение уровня триглицеридов и снижение общего белка – маркер нарушений функции печени и почек; уровень ALT и AST – маркеры поражения гепатоцитов или кардиомиоцитов, повышаются при заболеваниях печени и при патологии мышцы сердца; индекс Ритиса – маркер нарушений сердечно-сосудистой системы и печени; уровень креатинина – функции почек. Выявленные изменения показателей крови характеризуют первичные изменения здоровья и провоцирующие риски ускоренного старения модельных организмов, по сравнению с группой контроля (интактные животные).

Таблица - Биохимический состав сыворотки крови крыс Wistar контрольной и опытных групп, Me [QL; QU]

Показатель, группа	пол ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Холестерин общий сыворотки (CHOL), ммоль/литр					
Группа 1 (контрольная)	♀	1,4 [1,2; 1,7]	1,4 [1,2; 1,8]	1,6 [1,3; 1,8]	1,7 [1,7; 1,8]
	♂	1,6 [1,2; 1,7]	1,5 [1,3; 1,7]	1,7 [1,4; 1,8]	1,8 [1,8; 1,9]
Группа 2 (вибрация)	♀	1,4 [1,3; 1,5]	1,3 [1,2; 1,6]	1,8 [1,8; 2,0] *	1,9 [1,8; 2,0] *
	♂	1,4 [1,3; 1,6]	1,5 [1,3; 1,6]	1,7 [1,3; 2,2]	2,0 [2,0; 2,2] *
Группа 3 (шум)	♀	1,4 [1,3; 1,5]	1,5 [1,3; 1,8]	1,8 [1,8; 2,1] *	2,1 [2,1; 2,2] *
	♂	1,3 [1,2; 1,7]	1,5 [1,3; 1,7]	1,7 [1,3; 2,3]	2,1 [2,0; 2,1] *
Группа 4 (химический фактор)	♀	1,6 [1,5; 1,8]	1,5 [1,3; 1,6]	1,6 [1,3; 1,7]	2,3 [2,1; 2,6] *
	♂	1,3 [1,2; 1,5]	1,3 [1,1; 1,5]	1,8 [1,5; 2,1]	2,1 [2,0; 2,1] *

¹² Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmqrq588324754>

Показатель, группа	пол ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Глюкоза (GLUC), ммоль/литр					
Группа 1 (контрольная)	♀	7,5 [6,9; 7,6]	6,4 [5,9; 13,4]	7,1 [6,7; 7,6]	8,2 [6,3; 8,5]
	♂	7,4 [6,9; 8,3]	7,9 [7,4; 8,4]	5,8 [5,3; 6,8]	6,6 [6,1; 6,9]
Группа 2 (вибрация)	♀	7,8 [7,2; 7,9]	9,0 [8,2; 12,4] *	11,1 [9,5; 11,5] *	11,6 [1,3; 11,9] *
	♂	7,3 [5,9; 8,3]	8,2 [7,6; 9,6]	6,7 [5,8; 7,4]	9,0 [8,1; 10,9]
Группа 3 (шум)	♀	8,0 [7,00; 8,4]	8,4 [8,2; 8,9]	11,6 [9,7; 12,7] *	7,8 [5,9; 10,1]
	♂	7,30 [7,05; 7,65]	8,2 [7,8; 10,7]	6,4 [6,1; 6,8]	7,4 [7,2; 9,6]*
Группа 4 (химический фактор)	♀	7,8 [6,8; 8,3]	9,0 [8,6; 10,3]	10,3 [9,3; 12,1] *	9,9 [9,1; 10,3] *
	♂	7,9 [7,5; 8,6]	7,7 [7,1; 8,4]	6,9 [6,1; 7,2]	9,2 [7,8; 9,6] *
Триглицериды (Trig), ммоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,9 [0,8; 1,2]	1,1 [0,9; 1,1]	0,9 [0,9; 0,9]	1,1 [1,1; 1,3]
	♂	0,8 [0,7; 1,6]	0,7 [0,7; 1,0]	0,9 [0,8; 1,2]	1,7 [1,3; 2,0]
Группа 2 (вибрация)	♀	1,0 [0,9; 1,1]	0,8 [0,7; 0,9] *	1,2 [1,1; 1,6] *	1,9 [1,1; 3,0]
	♂	1,0 [0,9; 1,2]	0,9 [0,7; 1,1]	1,2 [1,1; 1,4]	1,2 [0,9; 1,7]
Группа 3 (шум)	♀	1,0 [0,8; 1,1]	1,0 [1,0; 1,1]	1,2 [1,0; 1,5] *	1,0 [0,9; 1,2]
	♂	1,0 [0,9; 1,1]	0,8 [0,6; 1,0]	1,0 [0,8; 1,2]	1,1 [1,1; 1,6]
Группа 4 (химический фактор)	♀	1,0 [0,9; 1,2]	0,9 [0,7; 0,9]	0,8 [0,7; 0,9]	1,9 [1,2; 2,5]
	♂	1,2 [1,0; 1,4]	0,9 [0,6; 1,0]	1,0 [0,8; 1,3]	1,3 [1,1; 1,7]
Мочевая кислота (UREA), мкмоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	93,0 [87,0; 105,5]	172,0 [159,0;175,0]	189,0 [180,0;208,7]	36,0 [128,0;143,0]
	♂	96,0 [82,0; 120,0]	131,0 [113,5;209,0]	190,0 [171,0;204,5]	39,0 [133,7;143,2]
Группа 2 (вибрация)	♀	97,3 [90,0; 107,0]	163,0 [147,5;233,5]	203,0 [188,5;220,0]	75,0 [162,5;176,2]
	♂	108,0 [97,0; 120,0]	141,0 [104,0;215,0]	201,0 [187,5;218,0]	51,5 [142,0;155,5]
Группа 3 (шум)	♀	104,0 [89,0; 111,0]	164,0 [128,0;221,5]	200,5 [195,2;204,5]	45,0 [138,2;154,2]
	♂	95,0 [90,0; 102,0]	118,0 [98,0;259,5]	192,0 [168,7;202,0]	65,0 [161,0;165,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	105,0 [97,5; 108,0]	173,0 [150,5;213,5]	198,0 [192,0;201,2]	68,5 [133,7;209,5] *
	♂	98,0 [93,0; 103,5]	110,0 [106,5;150,5]	163,0 [148,5;187,5]	80,0 [127,0;263,0] *
Общий белок (BELOK), ТР, г/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	65,0 [62,0; 71,0]	66,0 [56,5; 71,5]	66,0 [62,75; 70,0]	73,0 [71,0; 77,0]
	♂	67,0 [65,5; 69,0]	64,0 [59,5; 69,0]	67,0 [64,25; 73,0]	72,5 [71,0; 73,7]
Группа 2	♀	69,0 [66,0; 70,5]	63,0 [60,0; 67,0]	67,0 [66,2; 68,7]	72,0 [67,7; 77,2]

Показатель, группа	ПОЛ ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
(вибрация)	♂	72,0 [67,0; 73,0]	63,0 [62,0; 64,5]	67,5 [65,2; 72,7]	75,5 [73,0; 76,5]
Группа 3 (шум)	♀	68,0 [66,0; 71,5]	66,0 [64,5; 67,5]	66,0 [65,0; 67,5]	72,5 [71,7; 73,7]
	♂	67,0 [65,0; 72,0]	62,0 [61,5; 64,0]	66,5 [58,0; 69,7]	75,0 [70,5; 79,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	70,0 [68,50; 73,50]	63,0 [59,0; 67,0]	67,0 [65,0; 69,5]	74,5 [69,0; 80,5]
	♂	70,0 [67,5; 74,5]	60,0 [56,0; 60,5]	68,5 [64,2; 72,0]	73,0 [71,0; 77,0]
Креатинин (CREA), мкмоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	49,0 [45,5;56,0]	53,0 [49,0; 57,5]	50,0 [48,0; 52,2]	62,5 [59,5; 64,7] *
	♂	47,0 [44,0; 55,0]	52,0 [48,0; 56,5]	49,0 [43,50; 56,7]	66,0 [64,7; 70,2] *
Группа 2 (вибрация)	♀	50,0 [48,0;52,0]	55,0 [53,0;56,0]	50,0 [46,0;53,0]	61,5 [58,0; 66,0]
	♂	56,0 [45,5;63,0]	44,0 [37,5; 59,0]	55,0 [47,7; 63,0]	55,0 [54,0; 56,0]
Группа 3 (шум)	♀	53,0 [48,0; 57,0]	58,0 [51,0; 66,0]	56,4 [52,2;58,0] *	62,5 [61,7; 63,2] *
	♂	48,0 [44,0; 55,0]	55,0 [47,5;59,5]	51,5 [48,2;57,0]	55,00 [62,0;66,0] *
Группа 4 (химический фактор)	♀	49,0 [45,50; 56,0]	53,0 [49,0;57,5]	50,0 [48,0;52,2]	62,5 [59,5; 64,7] *
	♂	47,0 [44,0; 55,0]	52,0 [48,0; 56,5]	49,0 [43,5;56,7]	66,0 [64,7; 70,2] *
Аланинаминотрансфераза (ALT), АЛТ					
Группа 1 (контрольная)	♀	84,0 [78,0; 88,5]	80,0 [75,0; 106,0]	75,5 [68,2; 77,5]	90,0 [85,0; 99,0]
	♂	79,0 [77,0; 84,5]	96,0 [89,0; 100,5]	108,0 [100,2;115,0]	99,5 [97,0; 100,2]
Группа 2 (вибрация)	♀	80,00 [61,5; 86,00]	82,0 [73,0; 86,5]	103,0 [99,7; 105,2]	81,0 [73,2; 86,5]
	♂	88,0 [77,5; 98,0]	83,0 [80,5;97,5]	102,0 [98,2; 106,0]	85,0 [79,7; 89,2]
Группа 3 (шум)	♀	85,0 [77,0; 92,5]	87,0 [84,0; 92,0]	94,5 [85,0; 101,2] *	85,0 [81,5; 88,0]
	♂	80,0 [77,5; 89,5]	96,0 [83,0; 108,0]	100,0 [85,2; 113,5]	79,0 [73,0; 84,0] *
Группа 4 (химический фактор)	♀	78,0 [75,5; 90,5]	96,0 [83,0; 105,0]	81,0 [80,2; 82,7]	87,5 [83,0; 89,5]
	♂	88,0 [76,0; 95,0]	91,0 [88,5;94,0]	101,0 [92,5; 106,0]	83,0 [69,0; 89,0]
Аспартатаминотрансфераза (AST), АСТ					
Группа 1 (контрольная)	♀	104,0 [96,5;112,0]	110,0 [104,5; 129,5]	111,0 [107,5;132,5]	102,0 [97,0; 117,0]
	♂	100,0 [94,5;103,5]	116,0 [110,0; 125,5]	149,0 [129,5;162,7]	114,0 [99,7; 128,7]
Группа 2 (вибрация)	♀	103,0 [82,0;107,5]	107,0 [100,5;108,5]	132,0 [129,0;139,5]	55,5 [42,7; 66,5] *
	♂	104,00 [92,5;121,50]	114,0 [99,0;128,5]	150,0 [135,7;166,5]	52,50 [48,7; 76,0] *
Группа 3 (шум)	♀	99,00 [84,0;108,00]	106,00 [97,0; 142,00]	116,5 [109,0;130,25]	55,00 [63,5; 67,7] *
	♂	105,00 [80,0;114,00]	132,0 [120,0; 137,00]	134,0 [124,2;153,0]	61,0 [54,0; 63,0] *
Группа 4 (химический фактор)	♀	106,00 [94,0;114,00]	121,0 [113,5; 138,50]	118,5 [116,0;134,2]	86,0 [69,7; 100,7]
	♂	101,00 [95,5;109,50]	116,0 [110,0; 132,50]	159,5 [127,7;167,0]	60,0 [59,0; 84,0] *

Показатель, группа	пол ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Щелочная фосфатаза (ALP), ед/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	64,0 [58,5; 72,5]	63,0 [58,0; 72,0]	67,0 [57,2; 75,5]	56,0 [56,0; 77,0]
	♂	62,0 [51,0; 71,0]	64,0 [61,0; 72,5]	67,5 [61,5; 75,0]	56,0 [54,2; 59,0]
Группа 2 (вибрация)	♀	64,0 [57,5; 74,0]	71,0 [62,0; 79,5]	69,5 [54,7; 85,7]	64,0 [61,0; 65,5]
	♂	61,0 [53,0; 71,0]	69,0 [55,5; 75,0]	56,0 [56,0; 69,5]	58,0 [52,75; 67,5]
Группа 3 (шум)	♀	66,0 [59,0; 69,0]	63,0 [63,0; 72,0]	63,0 [61,0; 66,5]	48,5 [44,7; 55,5]
	♂	63,0 [58,5; 65,0]	65,0 [56,0; 67,0]	61,0 [59,0; 63,7]	63,0 [59,0; 65,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	64,0 [60,5; 68,5]	93,0 [90,0; 99,5] *	96,0 [94,0; 101,0] *	71,5 [65,0; 79,2]
	♂	64,0 [57,0; 67,5]	103,0 [78,5; 108,5] *	65,0 [56,0; 70,0]	64,0 [62,0; 64,0]
Общий билирубин (BIL-T), мкмоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,2; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]
	♂	2,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,2; 3,7]	3,0 [2,7; 3,2]
Группа 2 (вибрация)	♀	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]	4,0 [3,0; 4,7] *	4,5 [3,7; 5,0] *
	♂	2,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,2; 3,0]	4,5 [3,7; 6,0]
Группа 3 (шум)	♀	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [3,0; 4,0]	3,5 [3,0; 4,2]
	♂	2,0 [2,0; 3,0]	2,0 [2,0; 3,0]	3,0 [3,0; 3,7]	5,0 [4,0; 7,0] *
Группа 4 (химический фактор)	♀	3,0 [2,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0]	4,0 [3,0; 4,7] *	5,00 [4,00; 6,7] *
	♂	3,0 [2,0; 3,0]	2,0 [2,0; 3,0]	3,5 [3,0; 4,7]	3,0 [3,0; 3,0]
Мочевина (UA), ммоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	4,6 [4,0; 5,3]	5,8 [4,8; 6,1]	6,51 [5,9; 8,3]	7,4 [7,0; 10,8]
	♂	5,0 [4,0; 5,9]	11,6 [9,8; 14,4]	10,03 [8,9; 11,1]	9,1 [8,8; 9,1]
Группа 2 (вибрация)	♀	4,5 [4,3; 5,1]	6,0 [4,7; 6,4]	7,71 [6,9; 8,2]	13,1 [11,6; 13,3] *
	♂	4,9 [4,9; 5,0]	10,4 [9,6; 12,0]	8,9 [8,7; 11,0]	11,6 [11,4; 12,2] *
Группа 3 (шум)	♀	4,8 [3,9; 5,6]	6,3 [5,5; 7,4]	7,7 [6,9; 8,3]	9,9 [8,8; 11,8]
	♂	4,9 [4,0; 5,4]	10,2 [9,0; 11,4]	10,1 [9,8; 11,2]	9,1 [7,9; 10,1]
Группа 4 (химический фактор)	♀	5,4 [4,4; 5,6]	6,7 [4,9; 8,1]	6,7 [5,9; 6,7]	11,2 [11,2; 12,3]
	♂	4,4 [4,3; 4,9]	9,3 [7,2; 10,9]	10,7 [9,1; 12,0]	10,9 [10,5; 11,5]

Примечания: Δ - ♀ - самка, ♂ - самец; составлено авторами; * - сравнение двух групп перенесших опытных групп с группой контроля по критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$)

В группе Г2 (воздействие вибрации) о нарушениях функции печени может свидетельствовать: достоверное снижение Индекса Ритиса у самок и

самцов крыс на 180 сутки эксперимента по сравнению с группой контроля; повышение общего билирубина у самок на 120 сутки и 180 сутки, однонаправленное повышение общего билирубина у самцов на 180 сутки; снижение триглицеридов крови у самок крыс Г2 на 60 сутки эксперимента и их повышение - на 120 сутки; нарушение толерантности к глюкозе, свидетельствующее о нарушениях функции поджелудочной железы (повышение глюкозы крови у самок на 60, 120 и 180 сутки и однонаправленное повышение глюкозы у самцов); тенденции к развитию сахарного диабета 2-го типа, хронической болезни почек, патологии печени и ряда других заболеваний и патологических состояний. На наличие тяжелых некротических процессов в печени, а также дефицита витамина В6 в организме указывает снижение АСАТ в сыворотке крови на 180 сутки и однонаправленное снижение АСАТ у самцов на 180 сутки), а также повышение АЛАТ у самок на 120 сутки (гепатит, цирроз печени, острый панкреатит и др.). О нарушении функции сердечно-сосудистой системы свидетельствует повышение общего холестерина у самок на 120 и 180 сутки и однонаправленное повышение холестерина у самцов на 180 сутки. Это представляет риск для здоровья, так как может спровоцировать атеросклероз, закупорить сосуды, создавая препятствия для тока крови по венам и артериям. Повышение мочевины у самок на 180 сутки и однонаправленное повышение у самцов на 180 сутки может свидетельствовать о нарушении функции почек. Повышение креатинина у самок на 180 сутки и однонаправленное повышение у самцов на 180 сутки может указывать на нарушение функции почек, острые или хронические повреждения почек, упадок сил, недомогание, быструю утомляемость, анемию.

В группе Г3 (воздействие шума) о нарушениях функции печени может свидетельствовать: достоверное снижение Индекс Ритиса у самок и самцов крыс на 180 сутки эксперимента по сравнению с группой контроля; повышение общего билирубина у самцов на 180 сутки и однонаправленная тенденция к повышению общего билирубина у самок на 180 сутки. Повышение триглицеридов крови у самок крыс Г3 на 120 сутки может наблюдаться при склонности к ожирению, развитию сахарного диабета, различным заболеваниям почек и печени. Нарушение толерантности к глюкозе (повышение глюкозы крови у самок на 120 сутки и однонаправленное повышение глюкозы у самцов на 180 сутки), может указывать на нарушение функции поджелудочной железы, тенденции к развитию сахарного диабета 2-го типа, хронической болезни почек, патологии печени и ряде других заболеваний и патологических состояний. О наличии тяжелых некротических процессов в печени, а также дефиците витамина В6 в организме - снижение АСАТ в сыворотке крови на 180 сутки (и однонаправленное снижение АСАТ у самцов на 180 сутки), и повышении АЛАТ у самок на 120 сутки (гепатит, цирроз печени, острый панкреатит и др.). О нарушении функции сердечно-сосудистой системы свидетельствует повышение общего холестерина у самок на 120 и 180 сутки и однонаправленное повышение холе-

стерина у самцов на 180 сутки, представляющее риск для здоровья, так как может спровоцировать атеросклероз, закупорить сосуды, создавая препятствия для тока крови по венам и артериям.

В группе Г4 (химическое воздействие) о нарушениях функции печени может свидетельствовать достоверное снижение Индекса Ритиса у самок и самцов крыс на 180 сутки эксперимента по сравнению с группой контроля, повышение общего билирубина у самок на 120 сутки и 180 сутки (у самцов общий билирубин находился в пределах референсных значений). Нарушение толерантности к глюкозе и повышение глюкозы крови у самок на 120 и 180 сутки и однонаправленное повышение глюкозы у самцов на 180 сутки характеризует нарушения функции поджелудочной железы, тенденцию к развитию сахарного диабета 2-го типа, хронической болезни почек, патологии печени и ряде других заболеваний и патологических состояний. Повышение щелочной фосфатазы у самок на 60 и 120 сутки и однонаправленное повышение холестерина у самцов на 60 сутки является индикатором прогрессирования печеночных, желчных и почечных заболеваний. Повышение мочевой кислоты у самок на 180 сутки и однонаправленное повышение мочевой кислоты у самцов на 180 сутки характеризует тенденции к развитию сахарного диабета, сердечных заболеваний, гипертонии, на фоне высокого уровня холестерина. О нарушении функции сердечно-сосудистой системы (повышение общего холестерина у самок на 180 сутки и однонаправленное повышение холестерина у самцов на 180 сутки) представляет риск для здоровья, так как может спровоцировать атеросклероз, закупорить сосуды, создавая препятствия для тока крови по венам и артериям. О наличии тяжелых некротических процессов в печени, а также дефиците витамина В6 в организме может свидетельствовать снижение АСАТ в сыворотке крови у самок на 180 сутки и однонаправленное, но статистически недостоверное снижение АСАТ у самцов на 180 сутки. Азотемия (повышение в крови концентрации азотистых продуктов белкового обмена), повышение креатинина у самок на 120 и 180 сутки эксперимента и самцов - на 180 сутки свидетельствует о нарушении функции почек, острых или хронических повреждениях почек, почечно-каменной болезни, а однонаправленная, но недостоверная тенденция к увеличению мочевины на 180 сутки эксперимента у самок и самцов в Г4 по сравнению с группой контроля, может свидетельствовать о нарушении выделительной функции почек (гломерулонефриты, интерстициальные нефриты, нефропатии при системных заболеваниях).

Полученные результаты, подтверждаются состоянием внутренних органов экспериментальных животных свидетельствующем о развитии у них морфофункциональных нарушений в двух и более органах (печени, почек, и др. - биомаркер ускоренного старения) на 180-е сутки эксперимента (с начальными проявлениями на 60-е и 120-е сутки), которые могут спровоцировать ускоренное старение биологических систем организма животных и человека и негативно влиять на сроки их жизни [15].

Возникает потребность в гигиенической оценке влияния производственных факторов на показатели состояния здоровья работающих и разработке эффективных дополнительных профилактических (гигиенических) мероприятий направленных на предотвращение негативных изменений здоровья [16], позволяющих обеспечить безопасность труда и снизить риски развития ускоренного старения, профессиональной заболеваемости и смертности у трудового контингента. Результаты исследований биохимического состава сыворотки крови на модельных организмах, будут способствовать установлению рискометров и биомаркеров направленных на предупреждение развития патологических процессов у работающих в условиях факторов производственной вредности.

Библиографический список

1. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Онищенко Г.Г., Клейн С.В., Глухих М.В., Камалtdинов М.Р. Санитарно-эпидемиологические детерминанты и ассоциированный с ними потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2020. - № 1. – С. 4–16. – DOI 10.21668/health.risk/2020.1.01.
2. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.
3. Савченко О.А., Мингазов И.Ф., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Ступа С.С., Костюк И.И. Долгожительство: миф или реальность // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2022. – Т. 17, № 3. – С. 1110-1119.
4. Кидун К.А., Литвиненко А.Н., Угольник Т.С., Голубых Н.М., Солодова Е.К. Изменение биохимических показателей сыворотки крови крыс линии Вистар при хроническом стрессе // Проблемы здоровья и экологии. – 2019. – Т. 62 №4. – С. 62-67.
5. Савченко О.А., Новиков Е.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Свечкарь П.Е. Влияние производственных факторов на гематологические и биохимические показатели крови у лабораторных мышей линии ICR в зависимости от вида и продолжительности их воздействия // Медицина в Кузбассе. – 2024. – Т. 23, № 1. – С. 28-34. – DOI 10.24412/2687-0053-2024-1-28-34.
6. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В., Савченко О.А. Особенности воздействия производственных факторов на процессы преждевременного старения и изменение биологического возраста // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. - 2024. - Т. 4. - №1. - С. 3-16. – DOI 10.61634/2782-3024-2024-13-3-16.
7. Bryda EC. The Mighty Mouse: the impact of rodents on advances in biomedical research. *Mo Med.* 2013;110(3):207-11.
8. de Kort M., Weber K., Wimmer B., Wilutski K., Neuenhahn., Allingham. and others . Historical control data on hematological parameters obtained as a result of toxicity studies conducted on various lines of Wistar rats: acceptable ranges of values, determination of severity and transport effects. *Toxicol Res App.* - 2020. - DOI 10.1177/2397847320931484.
9. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Вайнсон А.А., Бирюков А.П. Соотношение возрастов основных лабораторных животных (мышей, крыс, хомячков и собак) и человека: актуальность для проблемы возрастной радиочувствительности и анализ опубликованных данных // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018. Т. 63. № 1. С. 5–27. DOI: 10.12737/article_5a82e4a3908213.56647014.

10. Dantas J.A., Ambiel K.R., Koeman R.K., Baroni S., Bersani-Amado K.A. Reference values of some physiological parameters of rats from the Central vivarium of the State University of Maringa. *Parana Acta Sci Health Sci.* 2006; 2:165–70.

11. Andreollo N.A., Santos E.F., Araujo M.R., Lopez L.R. Rat age and human age: what is the connection? *Arq Bras Cir Dig.* 2012; 25(1):49-51.

12. Jackson S.J., Andrews N., Ball D., Bellantuono I., Gray J., Khachumi L. et al. Does age matter? The influence of rodent age on the results of the study. *Lab Anim.*, 2017; 51(2):160-9.

13. Everds N.E. Evaluation of clinical pathology data: correlation of changes with other research data. *Toxicol Pathol.* 2015; 43(1):90-7.

14. Савченко О.А., Огудов А. С., Новикова И. И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А. Оценка воздействия физических и химических факторов производственной среды на морфологическое состояние органов-мишеней в эксперименте на животных // Самарский научный вестник. – 2023. – Т. 12, № 4. – С. 114-121. – DOI 10.55355/sn2023124117.

15. Савченко О.А., Новикова И.И. Оценка влияния производственных факторов на состояние внутренних органов модельных животных в 180-дневном эксперименте // Сибирский научный медицинский журнал. – 2025. – Т. 45, № 1. – С. 109–121. DOI: 10.18699/SSMJ20250112.

16. Климов В.В., Новикова И.И., Савченко О.А. Модель дополнительных профилактических мероприятий, направленных на предотвращение негативных изменений здоровья курсантов // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63, № 3. – С. 155-162. – DOI 10.31089/1026-9428-2023-63-3-155-162.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, профессор, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Потеряева Елена Леонидовна; e-mail: sovetmedin@yandex.ru; доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, главный научный сотрудник ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора; AuthorID: 414210; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1422-4211>

Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Плотникова Ольга Владимировна; e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МОЧИ
КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ
ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Чуенко Н.Ф.¹,
Плотникова О.В.², Савченко О.А.², Савченко О.О.²*

¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Мин-
здрава России, г. Омск

В статье представлены результаты клинического исследования мочи крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. Применены гигиенические, токсикологические, клинические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Повышение содержания в моче уробилиногена, кетоновых тел, эритроцитов, лейкоцитов, глюкозы, снижение плотности мочи у крыс Wistar опытных групп на 180 сутки эксперимента, по сравнению с контролем, определяет и повышает риски преждевременного старения различных биологических систем у животных, находившихся в контакте с вредными производственными факторами.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; моча; клиническое исследование

**ON THE RESULTS OF A STUDY OF THE HORMONAL COMPO-
SITION OF THE BLOOD SERUM OF WISTAR RATS EXPOSED TO
PERIODIC ISOLATED 180-DAY EXPOSURE TO PHYSICAL AND
CHEMICAL FACTORS OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT UN-
DER MODEL CONDITIONS**

*Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Chuenko N. F.¹, Plotnikova O.V.²,
Savchenko O.A.², Savchenko O.O.²*

¹Novosibirsk Scientific Research Institute
of Hygiene of Rospotrebnadzor, Novosibirsk

²Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk

The article presents the results of a clinical study of urine from Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical environmental factors (operating at 1.5 MPC) under model conditions. The animals were divided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed from the experiment on

days 60, 120 and 180. Hygienic, toxicological, clinical and theoretical research methods are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

An increase in the urine content of urobilinogen, ketone bodies, erythrocytes, leukocytes, glucose, and a decrease in urine density in Wistar rats of the experimental groups on the 180th day of the experiment, compared with the control, determines and increases the risks of premature aging of various biological systems in animals that have been in contact with occupational hazards.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; urine; clinical trial

Преждевременное старение животных и человека является ничем иным, как следствием влияния определённых факторов или образа жизни на фоне его адаптационной стратегии, количества действующих длительных или сверхпороговых стрессоров, перенесённых в течение жизни (в том числе и от влияния факторов производственной среды), половой принадлежности, климатогеографических и других условий [1].

Многообразие факторов риска развития и прогрессирования заболеваний, широкая распространённость метаболической патологии у населения трудоспособного возраста, делают актуальным сопоставление выявляемых изменений с воздействием профессиональных факторов [2].

Производственные факторы на живой объект могут действовать как изолированно, так и в совокупности, вызывая ускоренное старение в органах и тканях [3].

Все органы мочевыделительной системы с возрастом претерпевают изменения структурного и функционального характера [4].

Острое снижение функции почек у пациентов в критическом и некритическом состоянии (независимо от их возраста) является одним из самых смертоносных клинических состояний, когда-либо зарегистрированных в современной медицине. Симптомы острого повреждения почек (ОПП) скрытны и их может быть трудно выявить в нужное время [5]. ОПП – клинический синдром, характеризующийся быстрым снижением скорости клубочковой фильтрации и, как следствие, накоплением продуктов метаболизма. ОПП связано с повышенным риском смертности [6], сердечно-сосудистых событий и прогрессирования до хронической болезни почек [7].

Причинами профессиональных поражений почек и мочевыводящих путей (ХБП) могут быть производственные факторы химической, физической и биологической природы. Формирование ХБП у лиц, работающих в условиях воздействия профессиональных вредных факторов, представляет научно-практический интерес. Эпидемиология ХБП от воздействия экологических и профессиональных факторов не изучена. Все случаи выявления ХБП, как правило, устанавливаются при умеренно сниженной функции почек и, соответствующих ей, клинических симптомах [8].

Этические и технические проблемы, возникающие при проведении долгосрочных исследований на человеке, делают актуальным использование в качестве доступной экспериментальной модели лабораторных [9]

мышей и крыс, используемых в экспериментах по исследованию преждевременного старения и изменения биологического возраста [10, 11].

Актуальность проведения подобных экспериментов на животных по изучению особенностей изолированного воздействия производственных факторов на клинические показатели мочи у крыс Wistar, для установления биомаркеров ускоренного старения в условиях хронического эксперимента (крыса живет в 30 раз быстрее человека) [12]. Выбор подходящего возраста животных также может гарантировать, что популяция животных соответствует возрасту человека [13].

Все это определило цель и методологию данного исследования исходя из структуры профессиональных заболеваний и изучения механизмов возникновения ускоренного старения.

Цель исследования – оценка результатов клинического исследования мочи крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях

Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола (самки крыс массой - $198,1 \pm 0,4$ г, разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой $325,2 \pm 0,8$ г (разброс по массе не превышал 10%) были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах¹³), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный, скорректированный уровень виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³; бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³; метилбензол - 450 мг/м³; пропан-2-он - 1200 мг/м³ - по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю. Для фонового анализа в контрольную группу выделено дополнительно десять особей (n=10), которые размещались отдельно. После 180-дневного воздействия факторов производственной среды животных, половозрелого возраста – 12 мес.: самки крыс массой $245,0 \pm 3,0$ г (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой $381,7 \pm 4,5$ г (разброс по массе не превышал 10%), подвергали эвтаназии с помощью хлороформа

¹³ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

для дополнительных исследований органов и тканей. В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические, и клинические методы.

Клинический анализ мочи выполняли с помощью анализатора DIRUI H-100, производства China (разработанный компанией DIRUI Industrial Co, Ltd (Регистрационное удостоверение № РЗН 2015/2490) со встроенным термопринтером. Для работы на анализаторе использовали стандартные наборы тест-полосок для калибровки анализатора производства компании «DIRUI Industrial Co, Ltd» производства China. Перед применением прибор калибруется. Температура в экспериментальном помещении 18-21°C и влажность не менее 35%. Каждый эксперимент был зафиксирован в бумажном протоколе. С помощью анализатора мочи определяли концентрацию уробилиногена, билирубина, кетоновых тел, эритроцитов, следы белка, нитритов, лейкоцитов, глюкозы, плотность, кислотность, микроальбуминов и расчетное соотношение альбумина к креатинину, время проведения анализа составляет 30 секунд. Прибор работает по принципу отражательного фотометра, имеет 4 длины волны (525, 572, 610, 660 нм). Преимущества полуавтоматического анализатора в том, что специальный встроенный цифровой детектор и цифровая система обработки сигнала исключают ошибки, связанные с недостаточным освещением в лаборатории и индивидуальными особенностями цветовосприятия.

Сбор мочи осуществлялся в утренние часы с 08:00 до 12:00. Мочу от лабораторных крыс Wistar собирали в чистый, просушенный и стерильный контейнер. В стаканчик с биоматериалом помещали тест полоску так, чтобы все индикаторы были погружены в мочу полностью (или капельно наносили исследуемую мочу на тест-полоску с использованием одноразового стерильного шприца), остатки мочи промакивали салфеткой. Выдерживали 2-3 секунды (когда тест-полоску окунают в мочу, ее реакционные зоны меняют цвет). После чего тест полоску загружали в выдвижную платформу полуавтоматического анализатора DIRUI H-100, далее результат считывается автоматически выводится на дисплей и печатает чек-результат. Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)¹⁴, после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Длительное изолированное воздействие производственных факторов вызывало у животных различные реакции и запускало сложные адаптационные механизмы на фоне хронического стресса от влияния вибрации, шума и химических веществ [14]. Клинический анализ мочи крыс Wistar (табл.) характеризовал существенную вариативность показателей (уробилиногена, билирубина, кетоновых тел, эритроцитов, следов белка, нитритов, лейкоцитов, глюкозы, плотности, кислотности, микроальбуминов и

¹⁴ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmqrq588324754>

расчётного соотношения альбумина к креатинину) в динамике 180-дневного эксперимента у животных опытных групп (Г2, Г3, Г4), по сравнению с контролем (Г1).

В ходе 180-дневного эксперимента установлено увеличение уровня уробилиногена, лейкоцитов и снижения плотности мочи у крыс Wistar в опытных группах (Г2, Г3, Г4) по сравнению с группой контроля (Г1), что может свидетельствовать о нарушении обмена веществ, функции печени и гемолитических нарушениях на фоне снижения иммунитета и развития воспалительного процесса в почках к 12 мес. жизни на фоне 180-дневного периодического воздействия производственных факторов (производственный стресс) на 120 и 180 дни эксперимента, по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

Таблица - Показатели клинического анализа мочи крыс Wistar контрольной и опытных групп, Me [QL; QU]

Показатель, группа	пол ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Уробилиноген (UBG), $\mu\text{mol/L}$					
Группа 1 (контрольная)	♀	17,0 [17,0; 17,0]	17,0 [17,0; 34,0]	34,0 [34,0; 34,0]	34,0 [34,0; 34,0]
	♂	17,0 [17,0; 34,0]	17,0 [17,0; 34,0]	34,0 [21,2; 34,0]	34,0 [34,0; 34,0]
Группа 2 (вибрация)	♀	17,0 [17,0; 25,5]	17,0 [17,0; 34,0]	34,0 [34,0; 34,0]	34,0 [34,0; 34,0]
	♂	17,0 [17,0; 25,5]	34,0 [34,0; 34,0]*	51,0 [34,0; 68,0]*	51,0 [34,0; 68,0]
Группа 3 (шум)	♀	17,0 [17,0; 25,5]	34,0 [17,0; 34,0]*	34,0 [34,0; 34,0]	34,0 [34,0; 34,0]
	♂	17,0 [17,0; 25,5]	34,0 [34,0; 34,0]	34,0 [34,0; 59,5]	34,0 [34,0; 51,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	17,0 [17,0; 17,0]	17,0 [17,0; 34,0]	25,5 [17,0; 34,0]	51,0 [34,0; 68,0]
	♂	17,0 [17,0; 25,5]	34,0 [34,0; 34,0]	34,0 [34,0; 59,5]	68,0 [68,0; 68,0]*
Билирубин (BIL), $\mu\text{mol/L}$					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	17,0 [0,0; 17,0]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	17,0 [12,7; 17,0]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	17,0 [0,0; 17,0]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 12,7]	17,0 [17,0; 17,0]
Группа 3 (шум)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 12,7]	17,0 [0,0; 17,0]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 17,0]	17,0 [17,0; 17,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 8,5]	0,0 [0,0; 17,0]	34,0 [12,7; 51,0]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 17,0]	8,5 [0,0; 17,0]	17,0 [0,0; 17,0]
Кетоновые тела (KET), mmol/L					
Группа 1	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,5 [0,0; 0,5]	0,5 [0,1; 0,5]	0,5 [0,0; 1,5]

Показатель, группа	ПОЛ ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
(контрольная)	♂	0,0 [0,0; 0,0]	0,5 [0,0; 0,5]	0,5 [0,5; 0,5]	0,2 [0,0; 0,7]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,5 [0,2; 0,5]	0,5 [0,5; 0,5]	1,0 [0,5; 1,5]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	0,5 [0,5; 0,5]	1,5 [0,7; 1,5]*	1,5 [1,5; 1,5]
Группа 3 (шум)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,5 [0,2; 0,5]	0,5 [0,5; 0,5]	1,0 [0,5; 1,5]
	♂	0,0 [0,0; 0,5]	0,5 [0,5; 0,5]	1,0 [0,5; 1,5]	1,5 [1,5; 1,5]
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,5 [0,0; 0,5]	0,5 [0,5; 0,5]	0,5 [0,5; 0,5]
	♂	0,00 [0,00; 0,50]	0,50 [0,50; 0,50]	1,50 [0,75; 1,5] *	1,5 [0,5; 1,5]
Эритроциты (BLD), Ery/uL					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	25,0 [25,0; 80,0]	80,0 [80,0; 80,0]	40,0 [0,0; 110,0]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0]	12,5 [0,0; 25,0]	12,5 [0,0; 68,7]
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	25,0 [25,0; 80,0]	140,0 [38,7; 200,0]	200,0 [200,0; 200,0]
Группа 3 (шум)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,00; 12,5]	0,0 [0,0; 60,0]	200,0 [150,0; 200,0]
	♂	0,0 [0,00; 0,0]	25,0 [5,00; 80,0]	200,0 [110,0; 200,0]	200,0 [200,0; 200,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,0 [0,0; 0,0]	25,0 [0,00; 25,0] *	80,0 [38,7; 80,0] *	80,0 [66,2; 110,0] *
	♂	0,0 [0,0; 0,0]	25,0 [25,0; 80,0]	200,0 [8,0; 200,0]	80,0 [80,0; 80,0]
Белок (PRO), g/L					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,00 [0,00; 0,15]	0,00 [0,00; 0,30]	0,00 [0,00; 0,22]	0,30 [0,30; 1,00]
	♂	0,30 [0,07; 0,30]	0,30 [0,15; 0,30]	0,30 [0,30; 1,00]	0,15 [0,00; 0,47]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,00 [0,00; 0,15]	0,00 [0,00; 0,20]	0,00 [0,00; 0,22]	0,30 [0,22; 0,47]
	♂	0,30 [0,15; 0,32]	0,30 [0,30; 0,30]	1,00 [0,47; 1,00]	3,00 [2,50; 3,00] *
Группа 3 (шум)	♀	0,00 [0,00; 0,15]	0,00 [0,00; 0,30]	0,00 [0,00; 0,22]	0,65 [0,22; 1,00]
	♂	0,30 [0,00; 0,30]	0,30 [0,00; 0,30]	1,00 [0,30; 1,00]	0,30 [0,15; 0,65]
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,00 [0,00; 0,20]	0,00 [0,00; 0,30]	0,00 [0,00; 0,30]	0,50 [0,00; 1,00]
	♂	0,28 [0,28; 0,30]	0,30 [0,30; 0,30]	1,00 [0,47; 1,00]	1,00 [1,00; 1,00]
Нитриты (NIT - бактериурия)					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
Группа 3 (шум)	♀	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]

Показатель, группа	пол ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
Лейкоциты (LEU), Leu /uL					
Группа 1 (контрольная)	♀	15,0 [15,0; 70,0]	70,0 [15,0; 70,0]	70,0 [15,0; 70,0]	70,0 [15,0; 70,0]
	♂	70,0 [35,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [17,5; 111,2]	62,5 [0,0; 125,0]
Группа 2 (вибрация)	♀	70,0 [15,0; 70,0]	70,0 [35,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]
	♂	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [70,0; 125,0]	500,0 [500,0; 500,0]
Группа 3 (шум)	♀	70,0 [15,0; 70,0]	70,0 [15,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [52,5; 70,0]
	♂	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [70,0; 125,0]	500,0 [500,0; 500,0]
Группа 4 (химический фактор)	♀	70,0 [35,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	70,0 [70,0; 125,0]	312,5 [111,2; 500,0]*
	♂	70,0 [0,0; 70,0]	70,0 [70,0; 70,0]	125,0 [125,0; 125,0]*	500,0 [500,0; 500,0]*
Глюкоза (GLU), mmol/L					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 5,60]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 1,40]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 5,60]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 1,40]
Группа 3 (шум)	♀	0,00 [0,00; 5,60]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 4,20]	1,01 [1,01; 1,01]
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,00 [0,00; 5,60]	5,60 [0,00; 5,60]*	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 1,40]
	♂	0,00 [0,00; 0,00]	0,00 [0,00; 0,00]	5,60 [1,40; 5,60]*	0,00 [0,00; 0,00]
Плотность (S.G), g/L					
Группа 1 (контрольная)	♀	1,02 [1,01; 1,03]	1,03 [1,02; 1,03]	1,02 [1,02; 1,02]	1,01 [1,01; 1,01]
	♂	1,03 [1,02; 1,03]	1,03 [1,03; 1,03]	1,03 [1,03; 1,03]	1,02 [1,01; 1,03]
Группа 2 (вибрация)	♀	1,03 [1,02; 1,03]	1,02 [1,02; 1,02]*	1,02 [1,02; 1,03]	1,01 [1,01; 1,01]
	♂	1,02 [1,02; 1,03]	1,03 [1,03; 1,03]	1,02 [1,02; 1,03]	1,00 [1,00; 1,00]*
Группа 3 (шум)	♀	1,02 [1,01; 1,02]	1,02 [1,02; 1,03]*	1,02 [1,01; 1,03]	1,01 [1,01; 1,01]
	♂	1,03 [1,03; 1,03]	1,03 [1,03; 1,03]	1,02 [1,01; 1,03]	1,01 [1,01; 1,01]
Группа 4 (химический фактор)	♀	1,02 [1,01; 1,02]	1,02 [1,01; 1,03]*	1,02 [1,02; 1,03]*	1,01 [1,01; 1,01]
	♂	1,03 [1,03; 1,03]	1,03 [1,03; 1,03]	1,02 [1,01; 1,03]*	1,01 [1,01; 1,01]
Кислотность (pH)					

Показатель, группа	ПОЛ ^Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Группа 1 (контрольная)	♀	8,00 [7,50; 8,50]	8,50 [8,25; 8,50]	8,50 [8,50; 8,50]	9,00 [9,00; 9,00]
	♂	7,50 [7,00; 8,25]	7,50 [6,75; 8,00]	8,50 [8,50; 8,50]	7,50 [6,50; 8,62]
Группа 2 (вибрация)	♀	7,50 [7,00; 8,00]	8,50 [8,00; 8,50]	8,50 [8,50; 8,50]	8,50 [8,50; 8,62]
	♂	7,00 [7,00; 8,50]	7,00 [6,68; 7,50]	8,50 [8,50; 8,50]	9,00 [8,87; 9,00]
Группа 3 (шум)	♀	8,18 [8,00; 8,50]	8,50 [8,50; 8,52]	8,50 [8,50; 8,87]	8,50 [8,50; 8,62]
	♂	7,50 [6,50; 8,50]	7,00 [6,75; 8,00]	8,50 [8,12; 8,87]	8,50 [8,50; 8,50]
Группа 4 (химический фактор)	♀	8,50 [8,00; 8,50]	8,50 [7,75; 8,50]	8,50 [8,00; 8,50]	8,50 [8,50; 8,62]
	♂	7,45 [7,00; 8,00]	7,46 [7,00; 8,50]	8,50 [8,12; 8,50]	9,00 [9,00; 9,00]
Микроальбумин (MALB), g/L					
Группа 1 (контрольная)	♀	0,00 [0,00; 0,08]	0,00 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]
	♂	0,00 [0,00; 0,15]	0,15 [0,00; 0,15]	0,15 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]
Группа 2 (вибрация)	♀	0,00 [0,00; 0,07]	0,15 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]
	♂	0,00 [0,00; 0,15]	0,15 [0,00; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]
Группа 3 (шум)	♀	0,00 [0,00; 0,07]	0,00 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]
	♂	0,00 [0,00; 0,15]	0,15 [0,07; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]
Группа 4 (химический фактор)	♀	0,00 [0,00; 0,07]	0,15 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]	0,07 [0,00; 0,15]
	♂	0,00 [0,00; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]	0,15 [0,15; 0,15]

Примечания: Δ - ♀ - самка, ♂ - самец; составлено авторами (приведены нормальные показатели и отклонения от нормы:

UBG: normal 17 umol/L; 1+ 34 umol/L; 2+ 68 umol/L – показатели представлены в таблице в цифровых значениях;

ВІL: neg 0; 1+ 17 umol/L; 2+ 51 umol/L – показатели представлены в таблице в цифровых значениях;

KET + - 0,5 mmol/L; 1+ 1,5 mmol/L – показатели представлены в таблице в цифровых значениях;

BLD neg 0 Ery/uL; 1+ Ca10-25 Ery/uL; 2+ Ca80 Ery/uL; 3+ >=Ca200 Ery/uL – показатели представлены в таблице в цифровых значениях в эквивалентах к условным единицам 1+, 2+, 3+>=;

PRO neg, trace 0 g/L; 1+ 0,3 g/L; 2+ 1,0 g/L; 3+ >=3,0 g/L – показатели представлены в таблице в цифровых значениях;

NIТ – бактериурия - 0 neg;

LEU neg 0 Leu /uL; + - Ca15 Leu /uL; 1+ Ca70 Leu /uL; 2+>= Ca125 Leu /uL; 3+ >=Ca500 Leu /uL – показатели представлены в таблице в цифровых значениях в эквивалентах к условным единицам 1+, 2+>=, 3+>=;

GLU neg 0 mmol/L; 1+ 5,6 mmol/L – показатели представлены в таблице в цифровых значениях;

S.G от 1,005 до 1,03g/L – показатели плотности представлены в таблице в цифровых значениях;

pH от 6,5 до 9,0 – показатели кислотности представлены в таблице в цифровых значениях;

MALB от 0 до 0,15 g/L – показатели представлены в таблице в цифровых значениях;

* - сравнение двух групп переменных опытных групп с группой контроля по критерию Манна-Уитни (p <0,05)

Данные клинических показателей мочи у крыс Wistar в группе Г2 (воздействие вибрации) на 60, 120 и 180 сутки эксперимента свидетельствуют: о развитии нарушении функции печени и гемолитических нарушениях на фоне повышения уровня уробилиногена; нарушении в обмене веществ при чрезмерной стрессовой (физической) нагрузке на фоне кетонурии (организм для получения энергии использует жиры, а не глюкозу); о нарушении системы фильтрации в почках указывает протеинурия (воспаление почек - пиелонефрит, клубочковый нефрит (гломерулонефрит)); о развитии различных заболеваний почек и состояний организма на фоне лейкоцитурии и эритроцитурии у самцов (интерстициальный нефрит, гломерулонефрит, мочекаменная болезнь); о различных нарушениях функции почек с повреждением почечных канальцев, симптомах развития заболеваний (гломерулонефрит, пиелонефрит, нефросклероз, канальцевые дисфункции, хроническая почечная недостаточность) может свидетельствовать снижение плотности мочи. Эти изменения можно трактовать, как развитие профессионально обусловленных заболеваний от изолированного хронического воздействия вибрации малой интенсивности у животных группы Г2 по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

Данные клинических показателей мочи у крыс Wistar в группе Г3 (воздействие шума) на 60, 120 и 180 сутки эксперимента свидетельствуют: о развитии нарушении функции печени и гемолитических нарушениях на фоне повышения уровня уробилиногена; о развитии различных заболеваний почек и состояний организма на фоне лейкоцитурии у самцов (интерстициальный нефрит, гломерулонефрит, мочекаменная болезнь); снижении плотности мочи – о различных нарушениях функции почек с повреждением почечных канальцев и может быть симптомом развития заболеваний (гломерулонефрит, пиелонефрит, нефросклероз, канальцевые дисфункции, хроническая почечная недостаточность). Это можно трактовать, как развитие профессионально обусловленных заболеваний от изолированного хронического воздействия шума малой интенсивности у животных группы Г3 по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

Данные клинических показателей мочи у крыс Wistar в группе Г4 (химическое воздействие) на 60, 120 и 180 сутки эксперимента свидетельствуют: о развитии нарушении функции печени и гемолитических нарушениях на фоне повышения уровня уробилиногена; о нарушениях в обмене веществ при чрезмерной стрессовой (физической) нагрузке на фоне кетонурии (организм для получения энергии использует жиры, а не глюкозу); о нарушении системы фильтрации в почках указывает протеинурия (воспаление почек - пиелонефрит, клубочковый нефрит (гломерулонефрит)); о развитии различных заболеваний почек и состояний организма на фоне глюкозурии, лейкоцитурии и эритроцитурии у самцов (интерстициальный нефрит, гломерулонефрит, мочекаменная болезнь); снижение плот-

ности мочи – о различных нарушениях функции почек с повреждением почечных канальцев и может быть симптомом развития заболеваний (гломерулонефрит, пиелонефрит, нефросклероз, канальцевые дисфункции, хроническая почечная недостаточность). Это можно трактовать, как развитие профессионально обусловленных заболеваний от периодического изолированного химического воздействия (1,5 ПДК) у животных группы Г4 по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$).

Развитие данных патологических изменений у животных опытных групп на 180 сутки эксперимента соответствует воздействию профессионального фактора на протяжении 25 лет трудового стажа (1 неделя жизни крысы соответствует 1 году жизни человека), причём изменения клинических показателей мочи у лабораторных животных соответствуют началу развития изменений у работающих с 5-9 лет трудового стажа [15]. При этом длительность профессионального стажа, тяжесть и напряженность трудового процесса провоцируют хронический окислительный стресс, и накопление метаболитов под воздействием факторов производственной среды, что может являться ведущим фактором развития профессионально обусловленных заболеваний и индикатором риска ускоренного старения организма.

Полученные результаты свидетельствуют о возникновении потребности в гигиенической оценке влияния производственных факторов на показатели состояния здоровья работающих, и разработке эффективных гигиенических мероприятий, позволяющих обеспечить безопасность труда и снизить риски развития ускоренного старения, профессиональной заболеваемости и смертности у трудового контингента. Результаты клинических исследований мочи на модельных организмах, будут способствовать установлению рискометров и биомаркеров направленных на предупреждение развития патологических процессов у работающих в условиях факторов производственной вредности.

Библиографический список

1. Пристром М.С., Штонда М.В., Семененков И.И., Дегтерева О.В., Семененкова А.Н. Взгляд на средства сохранения здоровья и долголетия. Медицинские новости. 2021; 6: 15-27.
2. Шеенкова М.В., Рушкевич О.П., Яцына И.В. Особенности метаболической патологии печени в условиях воздействия промышленных аэрозолей. Гигиена и санитария. 2021; 100 (9): 943–946. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-943-946.
3. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.
4. Жалалова Г.Т. Особенности изменение показателей мочи у лиц пожилого и старческого возраста в зависимости от сезона года / Г.Т. Жалалова. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2016. - № 15 (119). - С. 534-540.
5. Ricci Z, Romagnoli S. Acute Kidney Injury: Diagnosis and Classification in Adults and Children. Contrib Nephrol. 2018; 193:1-12. doi: 10.1159/000484956.

6. Almazmomi MA, Esmat A, Naeem A. Acute Kidney Injury: Definition, Management, and Promising Therapeutic Target. *Cureus*. 2023 Dec 28;15(12): e51228. doi: 10.7759/cureus.51228.

7. Mercado MG, Smith DK, Guard EL. Acute Kidney Injury: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2019 Dec 1;100(11):687-694.

8. Гарипова Р.В., Стрижаков Л.А., Архипов Е.В. Профессиональные поражения почек от воздействия физических и биологических. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019. 1: 38–44. doi: 10.31089/1026–9428–2019–1–38–44.

9. Савченко О.А., Новиков Е.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Свечкарь П.Е. Влияние производственных факторов на гематологические и биохимические показатели крови у лабораторных мышей линии ICR в зависимости от вида и продолжительности их воздействия // *Медицина в Кузбассе*. – 2024. – Т. 23, № 1. – С. 28-34. – DOI 10.24412/2687-0053-2024-1-28-34.

10. Bryda EC. The Mighty Mouse: the impact of rodents on advances in biomedical research. *Mo Med*. 2013;110(3):207-11.

11. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В., Савченко О.А. Особенности воздействия производственных факторов на процессы преждевременного старения и изменение биологического возраста // *Научный вестник Омского государственного медицинского университета*. - 2024. - Т. 4. - №1. - С. 3-16. – DOI 10.61634/2782-3024-2024-13-3-16.

12. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Вайнсон А.А., Бирюков А.П. Соотношение возрастов основных лабораторных животных (мышей, крыс, хомячков и собак) и человека: актуальность для проблемы возрастной радиочувствительности и анализ опубликованных данных // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2018. Т.63. №1. С. 5-27. DOI: 10.12737/article_5a82e4a3908213.56647014.

13. Andreollo N.A., Santos E.F., Araujo M.R., Lopez L.R. Rat age and human age: what is the connection? *Arq Bras Cir Dig*. 2012; 25(1):49-51.

14. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А. Оценка влияния производственных факторов на физиологические показатели, поведенческие реакции и ускоренное старение лабораторных животных в условиях хронического эксперимента // *Санитарный врач*. – 2024. – № 11. – С. 780-793. DOI 10.33920/med-08-2411-03.

15. Савченко О.А., Новикова И.И. Оценка влияния производственных факторов на состояние внутренних органов модельных животных в 180-дневном эксперименте // *Сибирский научный медицинский журнал*. – 2025. – Т. 45, № 1. – С. 109-121. – DOI 10.18699/SSMJ20250112.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenko0a1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Плотникова Ольга Владимировна; e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения

нения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenkooh@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРМОНАЛЬНОГО
СОСТАВА СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС WISTAR
ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ
180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ
УСЛОВИЯХ**

***Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Чуенко Н.Ф.¹,
Плотникова О.В.², Савченко О.А.²***

*¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

*²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Омск*

В статье представлены результаты исследования гормонального состава сыворотки крови крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. Применены гигиенические, токсикологические, биохимические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Полученные результаты свидетельствуют о развивающихся стресс-индуцированных патологических изменениях у животных опытных групп на 180 сутки эксперимента, по сравнению с контролем, что в итоге определяет и повышает риски преждевременного старения различных биологических систем у животных, находившихся в контакте с факторами производственной вредности.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; биохимическое исследование; гормоны сыворотки крови

ON THE RESULTS OF A STUDY OF THE HORMONAL COMPOSITION OF THE BLOOD SERUM OF WISTAR RATS EXPOSED TO PERIODIC ISOLATED 180-DAY EXPOSURE TO PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT UNDER MODEL CONDITIONS

***Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Chuenko N. F.¹,
Plotnikova O.V.², Savchenko O.A.²***

*¹ Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор,
Novosibirsk*

*² Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk*

The article presents the results of a study of the hormonal composition of the blood serum of Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical environmental factors (operating at 1.5 MPC) under model conditions. The animals were di-

vided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed from the experiment on days 60, 120 and 180. Hygienic, toxicological, biochemical methods and methods of theoretical research are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

The results obtained indicate the development of stress-induced pathological changes in animals of the experimental groups on the 180th day of the experiment, compared with the control, which ultimately determines and increases the risks of premature aging of various biological systems in animals that have been in contact with occupational hazards.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; biochemical study; blood serum hormones

Факторы производственной среды в большинстве случаев представляют собой стрессоры, которые действуют на живой объект как изолированно, так и в совокупности, вызывая ускоренное старение в органах и тканях [1]. От изменений гормональной секреции зависит адекватность, характер приспособительных изменений организма, обеспечивающих восстановление и поддержание постоянства внутренней среды организма в целом [2].

Хронически повышенный уровень глюкокортикоидов нарушает нормальную реакцию на стресс у людей, что приводит к нарушению способности восстанавливаться после стрессовых стимулов [3]. Нарушения в регуляции кортизола на фоне хронического стресса, болезней и старения имеют глубокие последствия для многих систем организма. Животные модели играют важную роль в выяснении сложной динамики секреции кортизола при стрессе, которая определяет взаимодействие между физиологическими, нейроэндокринными и иммунными факторами в реакции организма на стресс [4].

Снижение выработки анаболических гормонов, таких как тестостерон, гормон роста и инсулиноподобный фактор роста-1, ухудшает способность скелетных мышц синтезировать белки [5].

Уровень катаболических гормонов кортизола и ангиотензина II, уровень увеличивается с возрастом и ускоряет возрастную мышечную атрофию [6]. Кроме того, старение характеризуется дефицитом тестостерона (SEM) из-за снижения уровня его продукции, зависящего от генетических факторов, ожирения и болезней. Низкий уровень тестостерона у мужчин сопряжен с сексуальной дисфункцией, снижением массы и силы скелетных мышц, снижением минеральной плотности костной ткани, повышением риска сосудистых катастроф и изменениями гликометаболического профиля [7]. Кроме того, повышенный окислительный стресс также участвует в супрессивном воздействии эндокринных разрушителей на продукцию SEM клетками Лейдига [8].

Дефицит эстрогенов считается основным механизмом остеопороза как у женщин, так и у мужчин, но эпидемиологические данные у людей и недавние исследования на грызунах указывают на то, что ключевое влияние на процессы старения оказывает накопление активных форм кислорода [9]. Эстрадиол играет ключевую роль в нейробиологии старения, во многом из-за тесных взаимосвязей нервной и эндокринной систем [10].

Все это определило цель и методологию настоящего исследования, исходя из современной структуры профессиональных заболеваний и изуче-

ния хронического воздействия производственных факторов на целевые показатели гормональной активности у модельных животных.

Цель исследования – оценка результатов исследования гормонального состава сыворотки крови крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях

Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола (самки крыс массой $198,1 \pm 0,4$ г (разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой $325,2 \pm 0,8$ г (разброс по массе не превышал 10%)), были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах¹⁵), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный скорректированный, уровень, виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³, бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³, метилбензол - 450 мг/м³, пропан-2-он - 1200 мг/м³ по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю). Для фонового анализа в контрольную группу выделено дополнительно десять особей (n=10), которые размещались отдельно. После 180-дневного воздействия факторов производственной среды животных, половозрелого возраста – 12 мес.: самки крыс массой – $245,0 \pm 3,0$ г (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой $381,7 \pm 4,5$ г (разброс по массе не превышал 10%), подвергали эвтаназии с помощью хлороформа для дополнительных исследований органов и тканей. В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические, и биохимические методы. Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)¹⁶, после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Гормональный состав сыворотки крови крыс Wistar (таблица) опытных групп (Г2, Г3, Г4) характеризует существенную вариативность гормональных показателей крови по сравнению с контролем (Г1).

¹⁵ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

¹⁶ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmqrq588324754>

Таблица - Гормональный состав сыворотки крови крыс Wistar контрольной и опытных групп, Ме [QL; QU]

Показатель, группа	Пол Δ	Исследуемые показатели на стадиях воздействия			
		0 сутки (фон)	60 сутки	120 сутки	180 сутки
Эстрадиол, пмоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	21,3 [21,0; 21,7]	27,5 [16,3; 27,9]	26,1 [25,7; 28,1]	45,3 [27,5; 78,7]
Группа 2 (вибрация)	♀	20,7 [19,9; 21,2]	24,6 [22,5; 27,5]	26,2 [23,9; 27,6]	63,7 [29,8; 98,6]
Группа 3 (шум)	♀	20,4 [17,9; 21,6]	27,4 [23,3; 28,0]	27,5 [26,8; 27,5]	116,2 [83,2; 137,7]
Группа 4 (химический фактор)	♀	19,28 [18,04; 21,23]	26,94 [26,17; 27,42]	13,23 [12,87; 13,36] *	64,2 [36,4; 95,0]
Тестостерон (SEM), нмоль/л					
Группа 1 (контрольная)	♂	5,2 [3,5; 5,7]	2,8 [1,9; 3,9] *	2,85 [1,5; 3,3]	8,2 [7,8; 13,0]
Группа 2 (вибрация)	♂	5,6 [3,8; 5,7]	4,6 [4,1; 4,9] *	3,56 [3,0; 4,4] *	8,7 [8,1; 10,4] *
Группа 3 (шум)	♂	5,4 [3,8; 5,7]	4,4 [2,9; 4,5] *	1,4 [1,4; 1,5]	11,8 [10,4; 14,2]
Группа 4 (химический фактор)	♂	3,8 [3,7; 5,6]	4,7 [4,1; 4,9]	2,7 [1,7; 3,4]	11,9 [10,1; 16,7]
Кортизол (DHEA), нМ/л					
Группа 1 (контрольная)	♀	13,8 [11,2; 14,2]	17,1 [11,8; 33,6]	0,2 [0,2; 0,2]	7,5 [6,6; 8,1]
	♂	14,5 [14,4; 14,8]	21,7 [14,5; 22,2]	5,7 [2,7; 16,4]	8,2 [7,1; 9,9]
Группа 2 (вибрация)	♀	14,3 [12,4; 14,6]	15,9 [14,7; 20,9]	4,1 [3,5; 4,8] *	0,5 [0,01; 2,5] *
Группа 3 (шум)	♂	14,5 [13,8; 14,5]	21,2 [14,5; 33,3]	2,1 [2,0; 3,2] *	2,4 [0,3; 4,6] *
Группа 4 (химический фактор)	♀	13,6 [13,1; 14,0]	17,5 [15,9; 24,5]	0,2 [0,08; 0,2]	1,7 [0,02; 3,5] *
Группа 2 (вибрация)	♂	14,3 [14,1; 14,5]	29,3 [21,6; 29,6]	2,8 [2,1; 3,1]	0,4 [0,2; 0,8] *
Группа 3 (шум)	♀	14,1 [13,5; 14,8]	19,9 [19,8; 25,4]	1,0 [1,0; 1,0] *	2,4 [1,2; 3,7] *
	♂	14,3 [13,3; 14,5]	27,3 [17,6; 28,8]	12,4 [11,2; 17,1]	2,7 [1,3; 4,7] *

Примечания: ♀ - самка, ♂ - самец; составлено авторами; * - сравнение двух групп переменных опытных групп с группой контроля по критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$).

Достоверное снижение концентраций кортизола во всех опытных группах (Г2, Г3, Г4) по отношению к уровню группы Г1 - контроль ($p \leq 0,05$), подтверждает риски возникновения заболеваний в условиях стрессирующего воздействия исследованных физических и химических факторов на 120 и 180 дни эксперимента. После 6-месячного воздействия физического фактора (вибрации и шума) снижение амплитуды колебаний уровней кортизола у самок и самцов крыс к 6-12 мес. жизни (соответствует 52 человеческим годам) отражало выраженную зависимость от наличия и длительности воздействия стрессора, что объясняется неэффективностью регуляторного воздействия на стресс-систему со стороны стресс-лимитирующей системы. Повышение уровня тестостерона ($p \leq 0,05$) на 60 и 120 сутки воздействия физического фактора (вибрации и шума) и однонаправленные изменения его концентраций на 180 сутки по сравнению с группой контроля ($p \geq 0,05$), может быть интерпретировано как системная реакция организма на стрессор, направленная на компенсацию негативных эффектов воздействия. В таких условиях создаются риски нарушения иммунной функции, развития инфекционных и воспалительных заболеваний, дисфункций метаболических систем. Кроме того, у самок прослеживалась тенденция к повышению уровня эстрадиола на 180 сутки эксперимента, что возможно связано с динамикой (мотивацией) размножения в весенний период. Вместе с тем, это может служить признаком наступления менопаузы к 12 мес. жизни, что приводит к усилению обменных процессов и снижению адаптивных и половых способностей у самок под влиянием физического фактора.

Снижение амплитуды колебаний уровней кортизола у самок и самцов крыс после 6-месячных ингаляционных затравок 4-х компонентным аэрозодем углеводородов (диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров), бензин растворитель, топливный, метилбензол, пропан-2-он) к 6-12 мес. жизни достоверно связаны с наличием и длительностью воздействия стрессора, что отражает формирование неспецифических механизмов хронической интоксикации профессионального генеза. Анализ полученных данных позволяет предполагать, что повышение уровня тестостерона на 60 сутки химического воздействия ($p \leq 0,05$), и однонаправленное изменение его концентраций на 180 сутки по сравнению с группой контроля ($p \geq 0,05$) является проявлением системной реакции организма на стрессор, обеспечивающей компенсацию негативных эффектов его воздействия.

Выявленная тенденция к повышению уровня эстрадиола у самок на 180 сутки ингаляционного воздействия правдоподобно отражает мотивацию размножения в весенний период, и/или является признаком наступления менопаузы к 12 мес. жизни, что проявляется низким либидо, потерей мышечной массы, уменьшением активности, изменением хронологии сна, снижением аппетита, ухудшением внешнего вида, появлением седых волос и выпадением волос на шерсти и т.д.) у самок под влиянием химического фактора.

Диагностированные на 180 сутки эксперимента признаки старения модельных животных в опытных группах, с учетом различий в метаболизме с человеком, соответствуют воздействию физического и химического факторов, длительность которого составляет 25 лет трудового стажа (1 неделя жизни крысы соответствует 1 году жизни человека). Гормональные изменения у лабораторных животных на фоне стресса от воздействия факторов производственной среды возникают начиная с 5-9 лет воздействия относительно трудового стажа человека, что сочетается с данными других исследователей, описывающих влияние стресса на ось гипоталамо-гипофиз-кора надпочечников, при этом его молекулярные, поведенческие и ноцицептивные эффекты остаются недостаточно изученными [11].

Полученные результаты свидетельствуют о возникновении потребности в гигиенической оценке влияния производственных факторов на показатели состояния здоровья работающих, и разработке эффективных гигиенических мероприятий, позволяющих обеспечить безопасность труда и снизить риски развития ускоренного старения, профессиональной заболеваемости и смертности у трудового контингента. Результаты исследований гормонального состава сыворотки крови на модельных организмах, будут способствовать установлению рискометров и биомаркеров направленных на предупреждение развития патологических процессов у работающих в условиях факторов производственной вредности.

Библиографический список

1. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотнокова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.
2. Charmandari E, Tsigos C, Chrousos G. Endocrinology of the stress response. *Annu Rev Physiol.* 2005; 67:259-84. doi: 10.1146/annurev.physiol.67.040403.120816.
3. Yiallouris A, Tsioutis C, Agapidaki E, Zafeiri M, Agouridis AP, Ntourakis D, Johnson EO. Adrenal Aging and Its Implications on Stress Responsiveness in Humans. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2019 Feb 7;10:54. doi: 10.3389/fendo.2019.00054.
4. Knezevic E, Nenic K, Milanovic V, Knezevic NN. The Role of Cortisol in Chronic Stress, Neurodegenerative Diseases, and Psychological Disorders. *Cells.* 2023 Nov 29;12(23):2726. doi: 10.3390/cells12232726.
5. Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med.* 2004;34(12):809-24. doi: 10.2165/00007256-200434120-00002.
6. Priego T, Martín AI, González-Hedström D, Granado M, López-Calderón A. Role of hormones in sarcopenia. *Vitam Horm.* 2021; 115:535-570. doi: 10.1016/bs.vh.2020.12.021.
7. Barone B, Napolitano L, Abate M, Cirillo L, Reccia P, Passaro F, Turco C, Morra S, Mastrangelo F, Scarpato A, Amicuzi U, Morgera V, Romano L, Calace FP, Pandolfo SD, De Luca L, Aveta A, Sicignano E, Trivellato M, Spina G, D'Alterio C, Fusco GM, Vitale R, Arcaniolo D, Crocetto F. The Role of Testosterone in the Elderly: What Do We Know? *Int J Mol Sci.* 2022 Mar 24;23(7):3535. doi: 10.3390/ijms23073535.
8. Wang Y, Chen F, Ye L, Zirkin B, Chen H. Steroidogenesis in Leydig cells: effects of aging and environmental factors. *Reproduction.* 2017 Oct;154(4): R111-R122. doi: 10.1530/REP-17-0064.

9. Manolagas SC. From estrogen-centric to aging and oxidative stress: a revised perspective of the pathogenesis of osteoporosis. *Endocr Rev.* 2010 Jun;31(3):266-300. doi: 10.1210/er.2009-0024.

10. Jett S, Schelbaum E, Jang G, Boneu Yopez C, Dyke JP, Pahlajani S, Diaz Brinton R, Mosconi L. Ovarian steroid hormones: A long overlooked but critical contributor to brain aging and Alzheimer's disease. *Front Aging Neurosci.* 2022 Jul 19; 14:948219. doi: 10.3389/fnagi.2022.948219.

11. Spinieli RL, Cazuya R, Sales AJ, Carolino R, Franci JA, Tajerian M, Leite-Panissi CRA. Acute restraint stress regulates brain DNMT3a and promotes defensive behaviors in male rats. *Neurosci Lett.* 2024 Jan 18;820:137589. doi: 10.1016/j.neulet.2023.137589.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkoal1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Плотникова Ольга Владимировна; e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ МОРФОГИСТОЛОГИЧЕСКОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ КРЫС WISTAR
ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ
180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ
УСЛОВИЯХ**

***Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Чуенко Н.Ф.¹, Савченко О.А.²,
Плотникова О.В.², Савченко О.О.²***

¹*ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

²*ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Мин-
здрава России, г. ОмскΔ*

В статье представлены результаты морфогистологического исследования внутренних органов (миокард, лёгкое, печень, почка, селезёнка) крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. Применены гигиенические, токсикологические, физиологические, морфогистологические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Полученные результаты свидетельствуют о развивающихся патологических изменениях (преимущественно сосудистых в 2-х и более органах) у животных опытных групп (с наибольшей выраженностью на 180 сутки эксперимента) по сравнению с контролем, что в итоге определяет и повышает риски преждевременного старения у животных находившихся в контакте с факторами производственной вредности.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; морфогистологическое исследование; внутренние органы

**ON THE RESULTS OF A MORPHOHISTOLOGICAL STUDY
OF THE INTERNAL ORGANS OF WISTAR RATS EXPOSED
TO PERIODIC ISOLATED 180-DAY EXPOSURE TO PHYSICAL
AND CHEMICAL FACTORS OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT
UNDER MODEL CONDITIONS**

***Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Chuenko N. F.¹, Savchenko O.A.²,
Plotnikova O.V.², Savchenko O.O.²***

¹*Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk*

²*Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk*

The article presents the results of a morphohistological study of the internal organs (myocardium, lung, liver, kidney, spleen) of Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical environmental factors (operating at 1.5 MPC) under model conditions. The animals were divided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed from the experiment on days 60, 120 and 180. Hygienic, toxicological, physiological, morphohistological methods and methods of theoretical research are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

The results obtained indicate the development of pathological changes (mainly vascular in 2 or more organs) in animals of the experimental groups (with the greatest severity on the 180th day of the experiment) compared with the control, which ultimately determines and increases the risks of premature aging in animals that have been in contact with occupational hazards.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; morphohistological examination; internal organs

В настоящее время актуальными являются вопросы изучения изолированного воздействия физических и химических производственных факторов (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ), тяжести и напряженности трудового процесса на морфологическое состояние внутренних органов в хроническом эксперименте на животных [1], для установления факторов, биомаркеров, реометров и механизмов развития преждевременного старения [2]. Возникает потребность в гигиенической оценке влияния производственных факторов на показатели состояния здоровья, и разработке эффективных гигиенических мероприятий, позволяющих обеспечить безопасность труда и снизить риски развития ускоренного старения, профессиональной заболеваемости и смертности у трудового контингента [3].

Производственные факторы по значимости среди факторов риска здоровью работников занимают ведущую роль [4]. Оценка негативного воздействия физических и химических факторов производственной среды на организм человека [4] и изучение морфологического состояния органов-мишеней в эксперименте на животных [5], в настоящее время являются перспективным направлением научных исследований, причём морфологические исследования занимают важное место в процессе связи выявления рискометров и биомаркеров ускоренного старения [6]. Прижизненное морфологическое исследование тканей [7] и посмертные морфологические изменения во внутренних органах [8] используются для диагностических целей и установления механизмов ускоренного старения, что представляет несомненный интерес в мировой медико-биологической практике. Все это определило методологию научного исследования исходя из цели и задач эксперимента.

Цель исследования – оценка результатов морфогистологического исследования внутренних органов крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях.

Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола (самки крыс массой - $198,1 \pm 0,4$ г (разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой

325,2 ± 0,8 г (разброс по массе не превышал 10%)) были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах¹⁷), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный скорректированный, уровень, виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³, бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³, метилбензол - 450 мг/м³, пропан-2-он - 1200 мг/м³ по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю). Для фонового анализа в контрольную группу выделено дополнительно десять особей (n=10), которые размещались отдельно. После 180 дневного воздействия факторов производственной среды животных, половозрелого возраста – 12 мес.: самки крыс массой – 245,0 ± 3,0 г (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой 381,7 ± 4,5 г (разброс по массе не превышал 10%), подвергали эвтаназии с помощью хлороформа (шприцем вводили в эксикатор 3 мл хлороформа и отмечали время от момента введения до момента наступления наркотического сна, процедуру повторяли с 5 и 10 мл хлороформа), и некропсии с извлечением органов для гистопатологических исследований. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Светооптическое исследование и микрофотосъемку проводили на микроскопе Imager Z1 (Zeiss, Германия). В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические и гистологические методы. Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)¹⁸, после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

В ходе эксперимента были проведены морфогистологические исследования внутренних органов (миокард, лёгкое, печень, почка, селезёнка) крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов, в сравнении с контрольной группой - интактные животные (Рисунок).

¹⁷ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

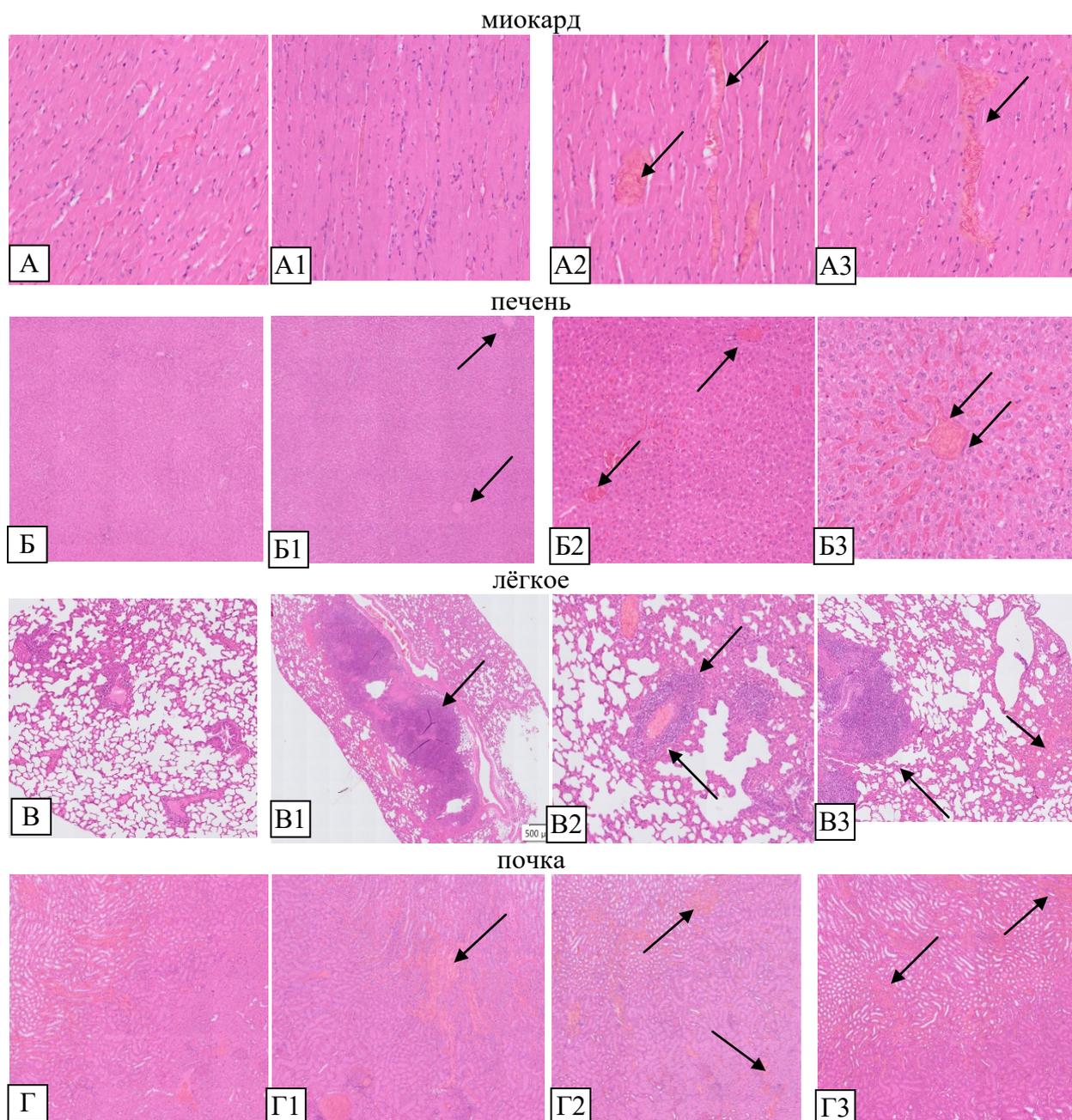
¹⁸ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmrq588324754>

Доклиническое исследование органов 6 мес. крыс в первый день показало отсутствие патологических изменений в исследуемых внутренних органах, и считалось фоновым. Различий в структуре внутренних органах между самцами и самками животных не наблюдалось.

Миокард. Морфогистологические исследования срезов миокарда испытуемых групп (окраска: гематоксилин-эозин) показали, что у особей опытных групп (Рис.: А1, А2, А3), находившихся в течение 180 суток под периодическим воздействием неблагоприятных факторов производственной среды (вибрации, шума, химического воздействия) возникают слабые морфологические изменения в ткани миокарда по сравнению с контрольной группой (Рис.: А). В срезах миокарда в группе Г2 (воздействие вибрации) структурные изменения характеризовались неравномерным кровенаполнением, в сосудах эритроциты (Рис.: А1), в группе Г3 (воздействие шума) и Г4 (химическое воздействие) структурные изменения характеризовались неравномерным кровенаполнением и отёком межленточной ткани (Рис.: А2 и А3).

Печень. Морфогистологические исследования срезов ткани печени испытуемых групп (окраска: гематоксилин-эозин) показали, что у особей опытных групп (Рис.: Б1, Б2, Б3) возникают слабые морфологические изменения тканей печени, по сравнению с контрольной группой (Рис. 1: Б). В срезах ткани печени животных во всех 3-х опытных группах (Г2, Г3, Г4) выявлены структурные изменения, характеризующиеся неравномерным кровенаполнением, полнокровием центров долек, паретическим расширением центральных вен с наличием в просвете эритроцитов и наличием двуядерных гепатоцитов (рис.: Б1, Б2, Б3).

Ткань лёгкого. Морфогистологические исследования срезов тканей лёгких испытуемых групп (окраска: гематоксилин-эозин) показали, что у особей опытных групп (Рис.: В1, В2, В3) возникают слабые и умеренные морфологические изменения тканей лёгкого, по сравнению с «контрольной группой» (Рис.: В). При этом в срезах лёгкого в группе Г2 (воздействие вибрации), выявлены структурные изменения: неравномерное нарушение воздушности по типу дистелектаза и мелких ателектазов, у одного самца в этой группе выявлена инфильтрация стенки крупного бронха с диапедезом лейкоцитов в просвет бронха, мелкие очаговые геморрагии (Рис.: В1). В группе Г3 (воздействие шума), наблюдались: неравномерное кровенаполнение, зоны компенсаторной эмфиземы и дистелектазов, эпителий части бронхиол уплощён, очаговая периваскулярная лимфоцитарная инфильтрация (Рис.: В2). В группе Г4 (химическое воздействие), выявлены следующие изменения: ткань неравномерного кровенаполнения, нарушения воздушности паренхимы лёгкого по типу дистелектазов, участки ателектазов и эмфиземы, выраженная периваскулярная лимфоидная инфильтрация (Рис.: В3).



миокард: А – «Г1 – контрольная группа», А1 – «Г2 – воздействие вибрации», А2 – «Г3 – воздействие шума», А3 – «Г4 – химическое воздействие»;
печень: Б – «Г1 – контрольная группа», Б1 – «Г2 – воздействие вибрации», Б2 – «Г3 – воздействие шума», Б3 – «Г4 – химическое воздействие»;
лёгкое: В – «Г1 – контрольная группа», В1 – «Г2 – воздействие вибрации», В2 – «Г3 – воздействие шума», В3 – «Г4 – химическое воздействие»;
почка: Г – «Г1 – контрольная группа», Г1 – «Г2 – воздействие вибрации», Г2 – «Г3 – воздействие шума», Г3 – «Г4 – химическое воздействие»;
(масштабная линейка – 200 мкм)

Рисунок – Морфологическое состояние внутренних органов (окраска: гематоксилин-эозин) у крыс Wistar на 180 день эксперимента

Ткань почек. При сравнении морфологических изменений в ткани почек испытуемых групп установлено, что у особой опытных групп возникает выраженное полнокровие почек, по сравнению с «контрольной группой» (Рис.: Г). При этом в срезах почек опытной группы группе Г2 (вибрационное воздействие) наблюдалось неравномерное кровенаполнение, часть сосудов были паретически расширены с наличием эритроцитов (Рис.: Г1), в группах Г3 (воздействие шума) и Г4 (химическое воздействие) выявлено неравномерное полнокровие (Рис.: Г2 и Г3).

Полученные результаты свидетельствуют о развивающихся сосудистых изменениях (в 2-х и более органах) у крыс Wistar опытных групп (с наибольшей выраженностью на 180 сутки эксперимента) по сравнению с контролем (Г1), что в итоге определяет и повышает риски преждевременного старения у животных (Г2, Г3, Г4), находившихся в контакте с вредными производственными факторами. Большая степень поражённости тканей внутренних органов у крыс Wistar отмечается от воздействия химического и физического факторов (общей вибрации) на 180 сутки эксперимента и проявляется неравномерным кровенаполнением. Кроме того, в печени обнаружено расширение центральных вен; в легких: нарушение воздушности по типу дистелектазов и компенсаторная эмфизема, в селезенке отмечена гиперплазия лимфоидной ткани. Наиболее выраженные изменения (в двух и более органах) на 180-е сутки эксперимента, что в пересчете на человека (1 неделя жизни крысы соответствует 1 году жизни человека) могут свидетельствовать о воздействии профессионального фактора на протяжении 25 лет трудового стажа, причем изменения во внутренних органах начинают развиваться с 5-9 лет трудового стажа [9]. Данные изменения, на наш взгляд, являются результатом стрессорного действия производственных факторов, так же на физиологические показатели, поведенческие реакции, провоцирующие развитие ускоренного старения лабораторных животных в условиях 180-дневного хронического эксперимента [10]. Развитие окислительного стресса, накопление метаболитов под воздействием длительно действующих факторов производственной среды, может приводить к морфофункциональной патологии в 2-х и более органах (биомаркер ускоренного старения), и провоцировать ускоренное старение биологических систем организма животных и человека [5].

Полученные результаты свидетельствуют о возникновении потребности в гигиенической оценке влияния производственных факторов на показатели состояния здоровья работающих, и разработке эффективных гигиенических мероприятий, позволяющих обеспечить безопасность труда и снизить риски развития ускоренного старения, профессиональной заболеваемости и смертности у трудового контингента. Результаты исследований на модельных организмах, будут способствовать установлению рискометров и биомаркеров направленных на предупреждение развития патологических процессов у работающих в условиях факторов производственной вредности.

Библиографический список

1. Результаты гистологического исследования внутренних органов модельных животных, подвергшихся изолированному воздействию физических и химических факторов малой интенсивности / О.А. Савченко, И.И. Новикова, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18–19 апреля 2024 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 177-186.
2. 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. – № 3(54). – С. 45-52. ISSN: 2221-7711
3. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Кузнецов С.М., Плотникова О.В., Савченко О.А., Савченко О.О. Гигиеническая оценка влияния производственных факторов малой интенсивности на показатели состояния здоровья экспериментальных животных в зависимости от вида и продолжительности их воздействия // Национальные приоритеты России. – 2024. – №3(54). – С. 53-67. ISSN: 2221-7711
4. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.
5. Савченко О.А., Огулов А.С., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А. Оценка воздействия физических и химических факторов производственной среды на морфологическое состояние органов-мишеней в эксперименте на животных // Самарский научный вестник. 2023;12(4):114–121. doi: 10.55355/snv2023124117.
6. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В., Савченко О.А. Рискометры и маркеры ускоренного старения // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. 2024; 4(1):17-29. doi: 10.61634/2782-3024-2024-13-17-29.
7. Fetisov VA, Kuprina TA, Sinitsyn VE, Dubrova SE, Filimonov BA. [The foreign experience with the application of the modern radiodiagnostic methods for the estimation of prescription of death coming and time of infliction of injury]. Sud Med Ekspert. 2016;59(2):47-54]. doi: 10.17116/sudmed201659247-54.
8. Shchegolev AI, Tumanova UN, Savva OV. Kharakteristika strukturnykh morfologicheskikh izmenenii pecheni v zavisimosti ot davnosti smerti [Characteristics of structural morphological changes of the liver depending on the prescription of death coming]. Sud Med Ekspert. 2023;66(1):50-54. [In Russian]. doi: 10.17116/sudmed20236601150.
9. Савченко О.А., Новикова И.И. Оценка влияния производственных факторов на состояние внутренних органов модельных животных в 180-дневном эксперименте // Сибирский научный медицинский журнал. – 2025. – Т. 45, №1. – С. 109-121. – DOI 10.18699/SSMJ20250112.
10. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А. Оценка влияния производственных факторов на физиологические показатели, поведенческие реакции и ускоренное старение лабораторных животных в условиях хронического эксперимента // Санитарный врач. – 2024. – № 11. – С. 780-793. – DOI 10.33920/med-08-2411-03.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

Плотникова Ольга Владимировна; e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenkoох@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР
КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ
ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Чуенко Н.Ф.¹,
Куликова О.М.¹, Савченко О.А.², Савченко О.О.²*

¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Омск

В статье представлены результаты генетического исследования по определению относительной длины теломер (ОДТ, TRL) крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. В исследовании по определению границ варибельности ОДТ на 0-е, 60-е, 120-е и 180-е сутки эксперимента использовались поперечнополосатые мышечные ткани бедра от 65 животных. Определение ОДТ выполнено с помощью количественной полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (РТ-ПЦР), с последующей статистической обработкой материалов. Применены гигиенические, токсикологические, генетические, статистические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Полученные результаты свидетельствуют о достоверном укорочении ОДТ в опытных группах (с наибольшей выраженностью на 180 сутки эксперимента) по сравнению с контролем, что свидетельствует о рисках преждевременного старения. Так, при воздействии химического фактора наибольшие темпы укорочения ОДТ отмечаются по истечении 60 суток эксперимента, что в пересчете на человека соответствует 5 годам воздействия производственного фактора; по общей вибрации и шуму максимальный прирост отмечается на 120-е сутки эксперимента (10 лет воздействия производственного фактора), и максимально выраженные эффекты наблюдаются на 180-е сутки эксперимента (15 лет воздействия производственного фактора). Вместе с тем, различия в показателях ОДТ у животных опытных групп практически утрачиваются на 180-е сутки (15 лет воздействия производственного фактора и 30 лет жизни), что может свидетельствовать о развитии общих процессов старения животных опытных групп, по сравнению с контролем.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; относительная длина теломер, ускоренное клеточное старение

ON THE RESULTS OF A GENETIC STUDY TO DETERMINE THE RELATIVE TELOMERE LENGTH OF WISTAR RATS EXPOSED TO PERIODIC ISOLATED 180-DAY EXPOSURE TO PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS OF THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT UNDER MODEL CONDITIONS

Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Chuenko N. F.¹, Kulikova O.M.¹,
Savchenko O.A.², Savchenko O.O.²

¹ *Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk*

² *Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk*

The article presents the results of a genetic study to determine the relative telomere length (ODT, TRL) of Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical environmental factors (operating at 1.5 MPC) under model conditions. The animals were divided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed from the experiment on days 60, 120 and 180. In the study to determine the boundaries of the variability of the EDT on the 0th, 60th, 120th and 180th days of the experiment, striated thigh muscle tissues from 65 animals were used. The ODT was determined using quantitative polymerase chain reaction in real time (RT-PCR), followed by statistical processing of the materials. Hygienic, toxicological, genetic, statistical and theoretical research methods have been applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

The results obtained indicate a significant shortening of EDT in the experimental groups (with the greatest severity on the 180th day of the experiment) compared with the control, which indicates the risks of premature aging. Thus, when exposed to a chemical factor, the highest rate of reduction of the ODT is observed after 60 days of the experiment, which in terms of humans corresponds to 5 years of exposure to the production factor; in terms of total vibration and noise, the maximum increase is noted on the 120th day of the experiment (10 years of exposure to the production factor), and the most pronounced effects are observed on the 180th day of the experiment (15 years of exposure to the production factor). At the same time, differences in ODT indicators in animals of the experimental groups are practically lost on the 180th day (15 years of exposure to the production factor and 30 years of life), which may indicate the development of general aging processes in animals of the experimental groups, compared with the control.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; relative telomere length, accelerated cellular aging

Введение. Количественные характеристики воздействия факторов производственной среды (физический, химический, биологический), тяжести и напряженности трудового процесса, их вклад в ухудшение состояния здоровья рабочего контингента и развитие механизмов преждевременного старения трудно переоценить [1], у работающих в условиях действия опасных и вредных факторов трудовой деятельности может наблюдаться преждевременное (ускоренное) старение [2], по сравнению с их сверстниками, имеющими идентичную специальность (направление подготовки), трудовая деятельность которых проходит в обычных условиях, не связанных с действием опасных и вредных факторов производственной среды [3].

Перспективным направлением исследования механизмов развития преждевременного старения на фоне влияния производственных факторов на организм человека является определение изменений относительной длины теломер (ОДТ), которые, помимо этого, являются индикатором старения организма [4]. Низкий или умеренный уровень свободных радикалов необходим для процессов созревания клеточных структур, и играет важную роль в системе защиты организма [5].

Актуальность проведения экспериментов на животных по определению длины теломер [6-8] не вызывает сомнений, поскольку использование молекулярно-генетических методов на людях на данном этапе развития науки неприемлемо (Немирович-Данченко и Ходанович, 2020) [9]. Это определило цель и методологию исследования, основанного на структуре профессиональных заболеваний и характеристиках ускоренного старения [7], на основе изучения вариабельности изменений ОДТ у модельных организмов, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях.

Цель исследования – оценка результатов генетического исследования по определению относительной длины теломер крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях.

Материал и методы. Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола (самки крыс массой - $198,1 \pm 0,4$ г (разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой $325,2 \pm 0,8$ г (разброс по массе не превышал 10%)) были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах¹⁹), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный, скорректированный уровень виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³; бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³; метилбензол - 450 мг/м³, пропан-2-он - 1200 мг/м³ по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю). Для фонового исследования ОДТ

¹⁹ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безредрности для человека факторов среды обитания»

в контрольную группу выделено дополнительно пять особей (n=5), которые размещались отдельно. После 180 дневного воздействия факторов производственной среды животных половозрелого возраста – 12 мес. (самки крыс массой – $245,0 \pm 3,0$ г (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой $381,7 \pm 4,5$ г (разброс по массе не превышал 10%)), подвергали эвтаназии с помощью хлороформа (шприцем вводили в эксикатор 3 мл хлороформа и отмечали время от момента введения до момента наступления наркотического сна, процедуру повторяли с 5 и 10 мл хлороформа) и некропсии с извлечением поперечнополосатой мышечной ткани бедра для определения ОДТ.

В исследовании по определению границ вариабельности ОДТ на 0-е, 60-е, 120-е и 180-е сутки эксперимента использовались поперечнополосатые мышечные ткани бедра от 65 животных. Определение ОДТ выполнено с помощью количественной полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (РТ-ПЦР), с последующей статистической обработкой материалов.

ОДТ определяли на 0-е, 30-е (60-е), 60-е (120-е) и 90-е (180-е) сутки эксперимента. ДНК из биологических образцов поперечнополосатой мышечной ткани бедра животных выделяли методом фенолхлороформной экстракции²⁰ с помощью количественной ПЦР в реальном времени на основе методики R.S. Lee et al. [10] с модификациями Максимов В.Н. [11]. Концентрацию ДНК измеряли на спектрофотометре Epoch для микропланшетов (BioTek Instruments, США). Нормальность распределения значений показателя ОДТ в каждой группе оценивалась с применением критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки различий ОДТ между группами использован U-критерий Манна-Уитни. Уровень значимости в исследовании принят при $p < 0,05$. Расчеты выполнены с применением языка программирования Python.

Применены гигиенические, токсикологические, генетические, статистические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение. Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.) [20], после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента были проведены исследования фоновой патологии внутренних органов животных (доклиническое исследование 5 образцов поперечно-полосатых мышц бедра от 6 мес. крыс в первый день показало отсутствие патологических изменений, и считалось фоновым) и анализ изменений ОДТ в динамике 60-ти, 120-ти 180-ти дневного воздействия факторов производственной среды в зависимости от их вида на протяжении 180-дневного воздействия в сравнении с контрольной группой (интактные животные). Различий в структуре ОДТ между самцами и самками животных не наблюдалось.

²⁰ Смит К., Калко С., Кантор Ч. Пульс-электрофорез и методы работы с большими молекулами ДНК. В кн.: Анализ генома. М.: Мир, 1990. С. 58-94.

При анализе ОДТ в изученных образцах мышечной ткани бедра в экспериментальных группах получены значимые ассоциации ОДТ с возрастом в 180-дневной динамике жизнедеятельности, и при сравнении ОДТ экспериментальных групп относительно контроля. Так, у крыс Wistar контрольной группы наблюдалось укорочение ОДТ (табл.) на 180-е сутки (1,52 [1,48; 1,61], отн. ед.), по сравнению с 0-е сутками (2,38 [1,92; 2,41], отн. ед.).

Таблица - Величины ОДТ крыс Wistar на 60-е, 120-е, 180-е сутки изолированного периодического воздействия производственных факторов в 180 дневном эксперименте, Me [LQ; HQ]

Показатель	n	60-е сут	n	120-е сут	n	180-е сут
	ОДТ ^Δ крыс Wistar					
Группа 1 (контрольная)	5	1,84 [1,82; 2,38]	5	1,79 [1,66; 2,22]	5	1,52 [1,48; 1,61]*
Группа 2 (вибрация)	5	1,79 [1,72; 2,31]	5	1,11 [0,98; 1,27]*.#	5	0,69 [0,62; 0,82]*.#
Группа 3 (шум)	5	1,72 [1,51; 1,79]	5	1,47 [0,96; 1,49]*.#	5	0,83 [0,77; 0,93]*.#
Группа 4 (химический фактор)	5	1,51 [1,39; 1,57]*	5	1,03 [1,01; 1,13]*	5	0,67 [0,67; 0,82]*

Примечания: ^Δ - относительная длина теломер; обозначены статистически значимые (p < 0,05) отличия от величин соответствующих показателей: * – на 0-е сут, # – группы контроля.

Проведённый анализ по оценке влияния физического фактора на ОДТ крыс Wistar показал достоверное укорочение ОДТ на 120-е в группе 2 (воздействие вибрации (1,11 [0,98; 1,27] отн. ед.)) и в группе 3 (воздействие шума 1,47 [0,96; 1,49] отн. ед.), и на 180-е сутки в группе 2 (0,69 [0,62; 0,82] отн. ед.) и группе 3 (0,83 [0,77; 0,93] отн. ед.), по сравнению с контролем на 120-е сутки (1,79 [1,66; 2,22]) и на 180-е сутки (1,52 [1,48; 1,61]). Постепенное укорочение ОДТ крыс Wistar, можно связать с негативным влиянием на центральную нервную систему (ЦНС) и мозжечок общей вибрации и шума, вызывающих потерю защитной функции и провоцирующих ускоренное старение позвоночных животных опытных групп по сравнению с контролем.

Воздействие 4-х компонентной смеси углеводов вызывало укорочение ОДТ у крыс Wistar группы 4 (химическое воздействие), по сравнению с группами 2 (воздействие вибрации) и 3 (воздействие шума), относительно контроля (см. таблицу). Так, укорочение ОДТ у крыс Wistar наблюдалось начиная с 60-х суток (0,67 [0,67; 0,82]), по сравнению с контролем на 60-е сутки (1,84 [1,82; 2,38]), 120-е сутки (1,79 [1,66; 2,22]), и на 180-е сутки (1,52 [1,48; 1,61]). Выраженные изменения ОДТ у крыс, можно связать с негативным влиянием 4-х компонентной смеси углеводов на ЦНС, через обонятельную луковицу переднего мозга, а также альвеолокапиллярную мембрану легких.

В исследовании определены границы variability ОДТ, причём большая степень укорочения ОДТ определяется при воздействии химического (по истечению 60-х, 120-х и 180-х суток эксперимента) и физического факторов (по истечению 120-х и 180-х суток эксперимента) по сравнению с контролем (рисунок). Вместе с тем, различия в ОДТ на 90-е сутки у мышей и на 180-е сутки эксперимента у крыс от влияния химического и физического факторов стали наиболее выраженными, что может свидетельствовать об ускоренном биологическом старении животных опытных групп относительно контроля (рис.).

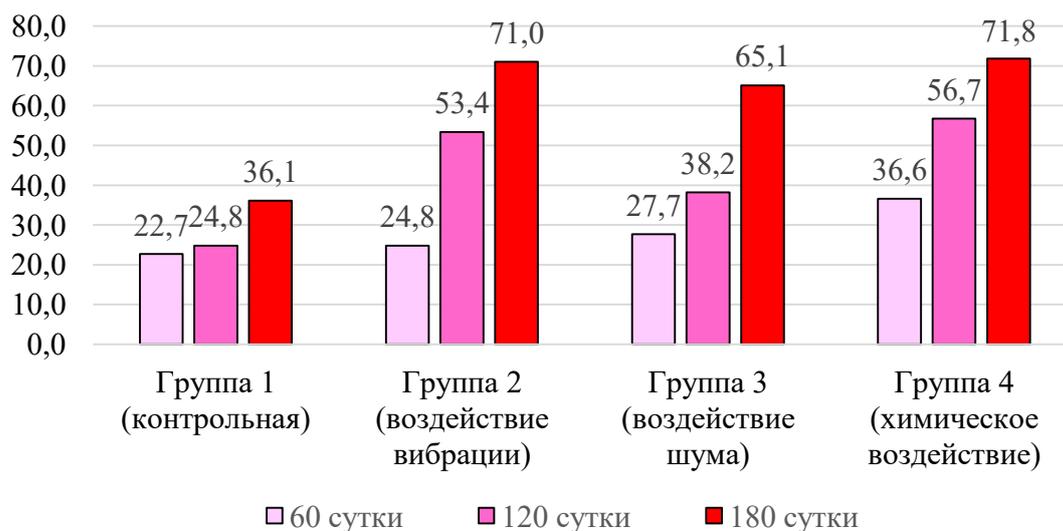


Рисунок – Сравнение величин ОДТ у крыс Wistar (на 60-е, 120-е 180-е сутки эксперимента) под воздействием изучаемых факторов (% от значения ОДТ на 0-е сутки)

Динамика изменения ОДТ у крыс Wistar (на 60-е, 120-е 180-е сутки эксперимента) под воздействием изучаемых факторов (% от значения ОДТ на 0-е сутки) - рисунок, из которого видно, что при воздействии 4-х компонентной смеси углеводородов наибольшие темпы укорочения ОДТ отмечаются по истечении 60 суток эксперимента, что в пересчете на человека соответствует 5 годам воздействия производственного фактора; по общей вибрации и шуму укорочение ОДТ отмечается на 120-е сутки эксперимента (10 лет воздействия производственного фактора), и максимально выраженные эффекты наблюдаются на 180-е сутки эксперимента (15 лет воздействия производственного фактора). Вместе с тем, различия в показателях ОДТ у животных опытных групп практически утрачиваются на 180-е сутки (15 лет воздействия производственного фактора и 30 лет жизни), что может свидетельствовать о развитии общих процессов старения животных опытных групп, по сравнению с контролем.

Заключение. Проведенное исследование подчеркивает важность снижения рисков развития ускоренного (клеточного) старения, сердечно-сосудистых заболеваний (инсультов и инфарктов) у биологических объектов, находящихся в условиях длительного негативного воздействия физического и химического факторов. Ущерб здоровью трудового контингента,

наносимый факторами производственной среды, и хроническим, в том числе производственным, стрессом зависит, прежде всего, от их природы, интенсивности и продолжительности воздействия [12].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости гигиенического контроля и качественной гигиенической оценки условий труда на рабочих местах, минимизации воздействия физических и химических факторов на работающих путем внедрения дополнительных профилактических мероприятий [13], перерывов, использования необходимых средств индивидуальной защиты (средства защиты глаз, кожи, органов дыхания: беруши, противогазы, респираторы, очки, перчатки защитные) и специальной одежды и обуви, а также проведения ультразвуковых исследований в ходе диспансеризации, направленных на раннюю диагностику заболеваний у работающих в условиях воздействия факторов производственной вредности для достижения целей трудового долголетия [14].

Дальнейшее изучение влияния факторов производственной среды на изменение ОДТ, непосредственно влияющей на ускоренное старение у теплокровных организмов, будет способствовать установлению рискометров и биомаркеров предупреждающих развитие патологических процессов у работающих в условиях факторов производственной вредности.

Библиографический список

1. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.
2. 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. – № 3(54). – С. 45-52. ISSN: 2221-7711.
3. Descatha A. Working longer goes with working in better conditions. *Lancet Reg Health Eur.* 2023. Vol. 28. P. 100634. DOI: 10.1016/j.lanep.2023.100634.
4. Shoeb M., Meier HCS., Antonini J.M. Telomeres in toxicology: Occupational health // *Pharmacol Ther.* 2021. Vol. 220. P. 107742. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107742>.
5. Савченко О.А., Павлинова Е.Б., Мингаирова А.Г., Власенко Н.Ю., Полянская Н.А., Демченко В.И., Киршина И.А. Полиморфизм генов антиоксидантных ферментов как фактор риска развития радикально-индуцированных повреждений у недоношенных новорождённых // *Современные проблемы науки и образования.* – 2016. – № 6. – С. 152.
6. Савченко О.А., Свечкарь П.Е., Новикова И.И. Влияние производственных факторов на относительную длину теломер мышей ICR // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 4. – С. 113-118. – DOI 10.18699/SSMJ20240412.
7. Savchenko O.A., Svechkar P.E., Novikova I.I. Effect of Production Factors on the Relative Telomere Length of ICR Mice // *Cell and Tissue Biology.* – 2025. – Vol. 19, No. 2. – pp. 161-165. – DOI 10.1134/S1990519X25020087.
8. Результаты изучения изолированного воздействия физических и химических факторов малой интенсивности на относительную длину теломер модельных животных / О.А. Савченко, И.И. Новикова, П.Е. Свечкарь, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко // *Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18-19 апреля 2024 года.* – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 171-176.

9. Немирович-Данченко Н.М., Ходанович М.Ю. Перспективы борьбы со старением мозга: редактирование гена теломеразы в нервных стволовых клетках *in vivo*. Генетика. 2020;56(4):375-391. doi: 10.31857/S001667582004009.

10. Cross-species Association Between Telomere Length and Glucocorticoid Exposure / R.S. Lee, P.P. Zandi, A. Santos, A. Aulinas, J.L. Carey, S.M. Webb, M.E. McCaul, E. Resmini // *J Clin Endocrinol Metab.* – 2021. – Vol. 106, № 12. – P. 5124-5135. DOI: 10.1210/clinem/dgab519.

11. Максимов В.Н., Малютина С.К., Орлов П.С., Иванощук Д.Е., Воропаева Е.Н., Бобак М., Воевода М.И. Длина теломерных лейкоцитов как маркеры старения и факторы риска возрастных заболеваний у человека // *Успехи геронтологии.* – 2016. – Vol. 29, №5. – С. 702-708.

12. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Кузнецов С.М., Плотникова О.В., Савченко О.А. Гигиеническая оценка влияния производственных факторов малой интенсивности на показатели состояния здоровья экспериментальных животных в зависимости от вида и продолжительности их воздействия // *Национальные приоритеты России.* – 2024. – № 3(54). – С. 53-67.

13. Климов В.В., Новикова И.И., Савченко О.А. Модель дополнительных профилактических мероприятий, направленных на предотвращение негативных изменений здоровья курсантов // *Медицина труда и промышленная экология.* – 2023. – Т. 63, № 3. – С. 155-162. – DOI 10.31089/1026-9428-2023-63-3-155-162.

14. Савченко О.А., Новикова И.И., Савченко О.А. Сравнительная оценка изолированного влияния физических и химических факторов на относительную длину теломер лабораторных животных в модельных условиях // *Анализ риска здоровью.* – 2025. – № 1. – С. 106–113. DOI: 10.21668/health.risk/2025.1.10.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkoal1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 652121; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Куликова Оксана Михайловна; e-mail: ya.aaaaa11@yandex.ru; кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, организационно-методического отдела, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 4095-4445, AuthorID: 652121; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9082-9848>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenkoox@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ
КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ
ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, Чуенко Н.Ф.¹, Рева М.В.¹,
Савченко О.А.², Савченко О.О.²*

¹*ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

²*ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Мин-
здрава России, г. Омск*

В статье представлены результаты исследования поведенческих реакций крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. Применены гигиенические, токсикологические, физиологические методы и методы теоретического исследования: формализация, анализ, обобщение и сравнение.

Полученные результаты свидетельствуют о снижении двигательной, эмоциональной и исследовательской активности у животных опытных групп (с наибольшей выраженностью на 180 сутки эксперимента) по сравнению с контролем, что в итоге определяет и повышает риски преждевременного старения у животных, находившихся в контакте с факторами производственной вредности.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; поведенческие реакции.

**ON THE RESULTS OF A STUDY OF BEHAVIORAL REACTIONS
OF WISTAR RATS EXPOSED TO PERIODIC ISOLATED 180-DAY EX-
POSURE TO PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS OF THE INDUS-
TRIAL ENVIRONMENT UNDER MODEL CONDITIONS**

*Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Chuenko N. F.¹, Reva M.V.¹, Savchenko
O.A.², Savchenko O.O.²*

¹*Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk*

²*Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk*

The article presents the results of a study of the behavioral reactions of Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical factors of the industrial environment (operating at 1.5 MPC) under model conditions. The animals were divided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed

from the experiment on days 60, 120 and 180. Hygienic, toxicological, physiological methods and methods of theoretical research are applied: formalization, analysis, generalization and comparison.

The results obtained indicate a decrease in motor, emotional and research activity in animals of the experimental groups (with the greatest severity on the 180th day of the experiment) compared with the control, which ultimately determines and increases the risks of premature aging in animals that have been in contact with occupational hazards.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; behavioral reactions.

Введение. Воздействие физических и химических факторов производственной среды на трудовой контингент приводит к снижению численности населения трудоспособного возраста, провоцирует стрессовые состояния путем влияния на все системы организма, приводящие к их ускоренному старению. Их влияние на организм людей, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, может обладать кумулятивным действием и вызывать преждевременное старение организма, оказывать неблагоприятные эффекты в отношении ЦНС, сердечно-сосудистой, эндокринной, репродуктивной, пищеварительной и выделительной систем, системы крови и опорно-двигательного аппарата, приводя к развитию психосоматических, острых и хронических профессиональных заболеваний, отравлениям [1]. Некоторые признаки преждевременного старения трудового контингента могут включать [2]: физическую изношенность, усталость, слабость, разбитость, нарушения концентрации внимания, памяти, ухудшение овладение новыми компетенциями, отсутствие мотивации и энтузиазма к профессиональной деятельности, что приводит к развитию заболеваний, связанных с профессией. Это только часть возможных признаков преждевременного старения трудового контингента, и каждый конкретный случай может иметь свои уникальные особенности.

Большое значение в изучении механизмов воздействия этих факторов на различные системы организма, имеют результаты эксперимента на животных, являющихся простейшей биомоделью человека [3], используемых для установления рисков развития профессиональных заболеваний, механизмов, рискометров и маркеров возникновения преждевременного старения [4, 5]. Крысы, как биомеханические модели, широко используются в изучении механизмов развития профессиональных заболеваний и ускоренного старения, поскольку продолжительность их жизни в 30 раз быстрее, чем у человека, проще говоря, если возраст крысы 6 мес., то для получения аналогичного возраста человека в годах надо умножить это значение на 2,5 лет, как это принято «научным сообществом» с начала XX века [6].

В настоящее время вопросы, связанные с изучением регуляции поведения и когнитивных функций мозга в норме и при патологии, становятся всё более актуальными [7]. Хронический стресс увеличивает выработку провоспалительных цитокинов и окислительный стресс в головном мозге, которые лежат в основе когнитивных и психологических проблем [8]. Изучение ответных поведенческих реакций на модельных организмах, в ре-

зультате воздействия на них длительных или сверхпороговых стрессоров (факторов производственной среды), превышающих адаптационные возможности их организма [9], будет способствовать установлению механизмов развития хронических заболеваний, в т.ч. связанных с профессиональной деятельностью.

Все это определило методологию научного исследования по изучению характеристик поведенческих реакций у крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях, исходя из цели и задач эксперимента.

Цель исследования – оценка характеристик поведенческих реакций у крыс Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях.

Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола (самки крыс массой - $198,1 \pm 0,4$ г (разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой $325,2 \pm 0,8$ г (разброс по массе не превышал 10%)) были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах²¹), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный, скорректированный уровень, виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³; бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³; метилбензол - 450 мг/м³; пропан-2-он - 1200 мг/м³ по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю). Для фонового анализа в контрольную группу выделено дополнительно десять особей (n=10), которые размещались отдельно. После 180 дневного воздействия факторов производственной среды животных, половозрелого возраста – 12 мес. (самки крыс массой – $245,0 \pm 3,0$ г (разброс по массе не превышал 10%) и самцы крыс массой $381,7 \pm 4,5$ г (разброс по массе не превышал 10%)), подвергали эвтаназии с помощью хлороформа для дополнительных исследований органов и тканей.

²¹ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

Исследование биометрических параметров проводилось измерением массы тела (электронными весами) и температуры тела (с помощью электротермометра ТПЭМ-1).

Определение физиологических показателей (функциональной активности нервной системы) подопытных животных осуществлялось с помощью метода «Открытое поле» [10], включающего оценку горизонтальной и вертикальной двигательной активности, груминга, эмоциональной активности, количество исследуемых норок. Регистрация показателей проводилась на 1-й (фон), 60-й (стадия тревоги - мобилизации сил или проявления первичных реакций), 120-й (стадия резистентности - приспособления или физиологической адаптации) и 180-й (стадия истощения или изнашивания систем организма, ответственных за адаптацию) дни исследования [11].

В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические, физиологические и статистические методы. Полученные цифровые данные подвергнуты статистическому анализу с использованием стандартных прикладных программ Statistica 10.0, которые представлены в таблице в виде медианы (Me) и перцентильного интервала [12]. Допустимым уровнем достоверности результатов считалась вероятность различий в 95% и выше ($p \leq 0,05$). Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)²², после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

В ходе эксперимента был проведен анализ параметров исследуемых поведенческих реакций (горизонтальная двигательная активность (ГДА), вертикальная двигательная активность (ВДА), груминг - количество умываний, социальная активность, эмоциональная активность (ЭА), количество выделений (моча, кал), количество исследуемых норок) в тесте «Открытое поле» у крыс Wistar (рис.) в динамике 180-дневного эксперимента, что способствовало выявлению нарушений когнитивных и двигательных процессов (таких как ухудшение пространственной ориентации, снижение поведенческой активности и появление тревожности, которые служат важными индикаторами стресса и играют решающую роль в его оценке) у животных опытных групп, по сравнению с контролем.

Показатели ориентировочно-исследовательского поведения у самок и самцов модельных животных в контрольной группе Г1 и опытных группах Г2, Г3, Г4 статистически значимых изменений не продемонстрировали ($p \geq 0,05$), за исключением достоверного снижения горизонтальной двигательной активности (ГДА) на 180-е сутки эксперимента в группе Г4 (химическое воздействие) у самок (13,0 [11,5; 14,5]) по сравнению с контролем (19,0 [15,0; 19,0], $p = 0,03^*$), и у самцов (11,0 [10,0; 12,0]) по сравнению с контролем (17,0 [16,5; 17,5], $p = 0,01^*$). Также отмечено достоверное сни-

²² Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmqr588324754>

жение вертикальной двигательной активности (ВДА) в группе Г4 (химическое воздействие) на 180-е сутки эксперимента у самок (1,0 [0,7; 1,2]) по сравнению с контролем (3,0 [2,0; 3,0], $p = 0,037^*$) и у самцов в группе Г4 (химическое воздействие) (1,0 [0,0; 1,0]) по сравнению с контролем (2,5 [1,7; 3,2], $p = 0,047^*$).

Эмоциональная активность в группе Г2 (воздействие вибрации) демонстрировала статистически значимую тенденцию к снижению на 180-е сутки эксперимента у самок (0,0 [0,0; 0,2]) по сравнению с контролем (1,0 [1,0; 2,0], $p = 0,047^*$), и у самцов (0,5 [0,0; 1,0]) по сравнению с контролем (2,0 [1,7; 2,2], $p = 0,047^*$). Эмоциональная активность в группе Г3 (воздействие шума) также показала статистически значимую тенденцию к снижению на 180-е сутки эксперимента у самок (0,0 [0,0; 0,2]) по сравнению с контролем (1,0 [1,0; 2,0], $p = 0,047^*$), и у самцов (1,0 [0,5; 1,0]) по сравнению с контролем (2,0 [1,7; 2,2], $p = 0,047^*$). Эмоциональная активность в группе Г4 (химическое воздействие) имела статистически значимую тенденцию к снижению на 180-е сутки эксперимента у самок (0,5 [0,0; 1,0]) по сравнению с контролем (1,0 [1,0; 2,0], $p = 0,047^*$), и у самцов (0,0 [0,0; 1,0]) по сравнению с контролем (2,0 [1,7; 2,2], $p = 0,028^*$).

Количество исследованных норок имело статистически значимую тенденцию к снижению ($p \leq 0,05$) в группе Г4 (химическое воздействие) на 180-е сутки эксперимента у самок (0,5 [0,0; 1,2]) по сравнению с контролем (2,0 [1,0; 2,0], $p = 0,028^*$) и у самцов (0,0 [0,0; 1,0]) по сравнению с контролем (2,0 [1,7; 2,0], $p = 0,016^*$).

Частота груминга у крыс статистически значимо снижалась ($p \leq 0,05$) во всех опытных группах на 180-е сутки эксперимента: в группе Г2 (воздействие вибрации) у самок (4,0 [3,7; 5,2]) по сравнению с контролем (9,0 [7,0; 9,0], ($p = 0,047^*$), и у самцов (8,0 [6,7; 9,0]) по сравнению с контролем (9,5 [8,7; 10,5], $p = 0,047^*$). В группе Г3 (воздействие шума) частота груминга снижалась у самок (5,0 [4,0; 5,2]) по сравнению с контролем (9,0 [7,0; 9,0], $p = 0,028^*$) и у самцов (7,0 [4,5; 7,5]) по сравнению с контролем (9,5 [8,7; 10,5], $p = 0,047^*$). В группе Г4 (химическое воздействие) частота груминга уменьшилась у самок (4,5 [3,0; 5,7]) по сравнению с контролем (9,0 [7,0; 9,0], $p = 0,037^*$) и у самцов (6,0 [5,0; 7,0]) по сравнению с контролем (9,5 [8,7; 10,5], $p = 0,037^*$). Таким образом, развитие тревожности на фоне производственного стресса, вызванного воздействием вибрации, шума и химического фактора, наблюдалось к 180-му дню эксперимента у самок и самцов крыс, хотя у самцов эти проявления были менее выражены.

У крыс Wistar в контрольной группе ГДА и ВДА были выше у самок, по сравнению с самцами. Что касается ориентировочно-исследовательской деятельности (например, заглядывания в норки), то она оказалась выше у самцов, нежели у самок. Также эмоциональная активность, оцениваемая по частоте дефекации, была выше у самцов по сравнению с самками.

Самки проявляли большую тревожность, чем самцы, поскольку более высокая тревожность коррелировала со сниженным уровнем и продолжи-

тельностью груминга. Интенсивность исследовательской активности (норковый рефлекс) значительно варьировалась на протяжении всего эксперимента. Норковый рефлекс был более выражен у самок (ускоренное перемещение по открытому пространству, высокий уровень общей активности при изучении участков открытого поля, прыжки), чем у самцов крыс, и достоверно снижалась у животных к 180-м суткам эксперимента ($p \leq 0,005$).

Длительное изолированное воздействие вибрации, шума и химических веществ на организмы животных вызывало различные реакции и активизировало сложные адаптационные механизмы в ответ на хронический стресс, возникающий в результате этого влияния. Причём, у животных опытных групп (Г2, Г3, Г4) отмечалось увеличение обменных процессов и снижение адаптационных возможностей (особенно у самок) от этого воздействия, по сравнению с контролем (Г1).

Полученные результаты свидетельствуют о выраженном угнетающем влиянии (факторов производственной вредности (общей вибрации, шума, 4-х компонентной смеси углеводов) на защитно-приспособительные и адаптационные механизмы животных опытных групп (Г2, Г3, Г4), у которых снижается двигательная, эмоциональная и исследовательская активность (с наибольшей выраженностью на 180 сутки эксперимента) по сравнению с контролем, что в итоге определяет и повышает риски преждевременного старения у животных находившихся в контакте с факторами производственной вредности.

Развитие данных изменений, являющихся результатом стрессорного действия производственных факторов на физиологические показатели, поведенческие реакции, провоцирующие развитие ускоренного старения лабораторных животных в условиях 180-дневного хронического эксперимента, будет способствовать установлению механизмов развития хронических заболеваний, в т.ч. связанных с профессиональной деятельностью. Кроме того, у животных опытных групп (Г2, Г3, Г4) на 180 день эксперимента наблюдались признаки ускоренного старения организма: шерсть – редкая, тусклая, местами торчащая, алопеция (облысение), прослойка жира отсутствовала на спине и перемещалась в область живота, заметно выступал позвоночник, кожа на хвосте – грубая, шершавая с множеством отслаивающихся ороговевших частиц, зубы – резцы желтоватого цвета, сточены, приобретали форму долота, снижалась общая двигательная активность, превалировала фаза сна над бодрствованием, крысы жмутся к источнику тепла или друг другу, по сравнению с группой контроля (интактные животные), у которых данные признаки не были выражены [9].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости гигиенического контроля и качественной гигиенической оценки условий труда на рабочих местах, минимизации воздействия физических и химических факторов на работающих путем внедрения дополнительных профилактических мероприятий [13], перерывов, использования необходимых средств инди-

видуальной защиты (средства защиты глаз, кожи, органов дыхания: беруши, противогазы, респираторы, очки, перчатки защитные) и специальной одежды и обуви, а также проведения ультразвуковых исследований в ходе диспансеризации, направленных на раннюю диагностику заболеваний у работающих в условиях воздействия факторов производственной вредности для достижения целей трудового долголетия [14].

Проведение дальнейших исследований по оценке комплексного негативного воздействия физических и химических факторов в модельных условиях на модельных организмах, будет способствовать установлению механизмов ускоренного старения, рискометров и биомаркеров направленных на предупреждение развития патологических процессов у работающих в условиях факторов производственной вредности.

Библиографический список

1. Савченко О.А., Новикова И.И., Плотникова О.В. О производственных факторах и преждевременном старении (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – Т. 44, № 3. – С. 41-48. – DOI 10.18699/SSMJ20240304.
2. Савченко О.А. Биомаркеры и рискометры старения / О.А. Савченко, Н.Ф. Чуенко, П.Е. Свечкарь // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18–19 апреля 2024 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 187-197.
3. Савченко О.А., Новиков Е.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Свечкарь П.Е. Влияние производственных факторов на гематологические и биохимические показатели крови у лабораторных мышей линии ICR в зависимости от вида и продолжительности их воздействия. Медицина в Кузбассе. 2024; 23(1): 28-34. doi: 10.24412/2687-0053-2024-1-28-34.
4. Савченко О.А., Чуенко Н.Ф., Плотникова О.В., Савченко О.А. Рискометры и маркеры ускоренного старения // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. – 2024. – Т. 4, № 1(13). – С. 17-29. – DOI 10.61634/2782-3024-2024-13-17-29.
5. 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. – № 3(54). – С. 45-52. ISSN: 2221-7711.
6. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Вайнсон А.А., Бирюков А.П. Соотношение возрастов основных лабораторных животных (мышей, крыс, хомячков и собак) и человека: актуальность для проблемы возрастной радиочувствительности и анализ опубликованных данных. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018; 63(1): 5–27. doi: 10.12737/article_5a82e4a3908213.56647014.
7. Беляков В.И., Громова Д.С., Попова Н.Р., Мякишева Ю.В. Современные методы изучения поведения грызунов в модельных биомедицинских исследованиях (обзор проблемы). Современные вопросы биомедицины. 2022; 6(4): 13-22 doi: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_1.
8. Sedaghat K, Naderian R, Pakdel R, Bandegi AR, Ghods Z. Regulatory effect of vitamin D on pro-inflammatory cytokines and anti-oxidative enzymes dysregulations due to chronic mild stress in the rat hippocampus and prefrontal cortical area. Mol Biol Rep. 2021; 48(12): 7865-7873. doi: 10.1007/s11033-021-06810-2.
9. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А. Оценка влияния производственных факторов на физиологические показатели, поведенческие реакции и ускоренное старение лабораторных животных в условиях хронического эксперимента // Санитарный врач. – 2024. – № 11. – С. 780-793. – DOI 10.33920/med-08-2411-03.

10. Балынина Е.С. Применение метода «открытого поля» в токсикологическом эксперименте. Гигиена труда и профессиональные заболевания. 1978; 11: 56.
11. Копанев В.А., Гинзбург Э.Х., Семенова В.Н. Метод вероятностной оценки токсического эффекта. Новосибирск: Наука. 1988, 126 с.
12. Гудинова Ж.В., Жернакова Г.Н., Толькова Е.И. Дружелюбная статистика. Статистический анализ медицинских баз данных: пошаговые инструкции. Омск: Омский государственный медицинский университет. 2014, 112 с.
13. Климов В.В., Новикова И.И., Савченко О.А. Модель дополнительных профилактических мероприятий, направленных на предотвращение негативных изменений здоровья курсантов // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63, № 3. – С. 155-162. – DOI 10.31089/1026-9428-2023-63-3-155-162.
14. Савченко О.А., Новикова И.И., Савченко О.А. Сравнительная оценка изолированного влияния физических и химических факторов на относительную длину теломер лабораторных животных в модельных условиях // Анализ риска здоровью. – 2025. – № 1. – С. 106-113. DOI: 10.21668/health.risk/2025.1.10

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Рева Максим Викторович; e-mail: reva_mv@niig.su; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7;

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenkoox@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>

**О РЕЗУЛЬТАТАХ ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
КОСТНОГО МОЗГА КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ
ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Савченко О.А.¹, Новикова И.И.¹, О.В. Плотникова², Чуенко Н.Ф.¹,
Савченко О.А.², Савченко О.О.², Рева М.В.¹*

¹ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Омск

В статье представлены результаты цитологического исследования костного мозга крыс линии Wistar, подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ) в лабораторных модельных условиях. Животные распределены на 4 группы (3 опытных и 1 контрольная) по 30 особей в каждой, с выведением по 10 особей из эксперимента на 60, 120 и 180 сутки. В ходе исследования были использованы гигиенические, токсикологические, цитогистологические методы, а также методы теоретического анализа, включающие формализацию, анализ, обобщение и сравнение данных.

Полученные результаты указывают на наличие неспецифических признаков воздействия физических и химических производственных факторов (1,5 ПДК, ПДУ) на костный мозг крыс в хроническом эксперименте. Изменения в эритробластическом ростке можно предварительно рассматривать, как один из индикаторов преждевременного старения у животных, подвергшихся изолированному воздействию производственных вредностей.

Ключевые слова: факторы производственной среды; 1,5 ПДК, ПДУ; хронический эксперимент; крысы; цитологическое исследование; миелограмма костного мозга

**ON THE RESULTS OF CYTOLOGICAL EXAMINATION OF BONE
MARROW OF WISTAR RATS EXPOSED TO PERIODIC ISOLATED
180-DAY EXPOSURE TO PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS OF
THE INDUSTRIAL ENVIRONMENT UNDER MODEL CONDITIONS**

*Savchenko O.A.¹, Novikova I.I.¹, Plotnikova O.V.², Chuenko N.F.¹,
Savchenko O.A.², Savchenko O.O.², Reva M.V.¹*

¹ Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene of Rospotrebnadzor,
Novosibirsk

² Omsk State Medical University of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Omsk

The article presents the results of a cytological study of the bone marrow of Wistar rats exposed to periodic isolated 180-day exposure to physical and chemical environmental factors (operating at 1.5 MPC) in laboratory model conditions. The animals were divided into 4 groups (3 experimental and 1 control) of 30 individuals each, with 10 individuals removed from the experiment on days 60, 120 and 180. The study used hygienic, toxicological, cytohistological methods, as well as methods of theoretical analysis, including formalization, analysis, generalization and comparison of data.

The results obtained indicate the presence of non-specific signs of the effects of physical and chemical production factors (1.5 MPC, MPC) on the bone marrow of rats in a chronic experiment. Changes in the erythroblastic growth can be preliminarily considered as one of the indicators of premature aging in animals exposed to isolated exposure to industrial hazards.

Keywords: factors of the production environment; 1.5 MPC, MPC; chronic experiment; rats; cytological examination; bone marrow myelogram.

В настоящий момент представляют значительный интерес исследования влияния изолированных физических и химических факторов производства (действующих на уровне 1,5 ПДК, ПДУ), а также интенсивности и напряжённости трудовой деятельности на клеточный состав внутренних органов в ходе длительных экспериментов на животных [1]. Данные исследования направлены на выявление факторов риска, биологических маркеров, методов оценки риска и механизмов развития преждевременного старения [2].

Цитологические и морфологические исследования являются важным инструментом диагностики различных заболеваний [3]. Они позволяют выявить изменения в клетках и тканях, что может служить предвестником возможной патологии. Цитоморфологический анализ играет важную роль в диагностике профессиональных заболеваний, определении факторов риска и выявлении биомаркеров ускоренного старения [4].

В последнее время наблюдается растущий интерес к исследованию стволовых клеток как красного, так и жёлтого костного мозга. Глубокое понимание процессов, протекающих в микросреде стволовых клеток костного мозга, открывает возможности для воздействия на их функциональное состояние и управление ими [5].

Цитологическое исследование костного мозга является одним из ключевых методов диагностики заболеваний кроветворения. Оно позволяет оценить динамику размножения и специализации клеток-предшественников крови, а также определить клеточный состав и функциональную активность костного мозга [6, 7].

Анализ особенностей жёлтого костного мозга, полученного из бедренной кости, может способствовать более глубокому пониманию процессов иммуногенеза в организме [5]. Подсчёт клеток костного мозга даёт возможность определить тип эритропоэза (нормобластический или мегалобластический) и выявляет клетки, характерные для различных заболеваний системы крови, таких как гемобластозы, анемии, лизосомные болезни накопления, метастазы рака и другие патологии [8].

Мезенхимальные стволовые клетки (МСК), получаемые из костного мозга, обладают плюрипотентными свойствами и способны к дифференци-

ровке в различные типы клеток, таких как остеогенные и адипогенные. Несмотря на растущий интерес к МСК, данные о изменениях их состава остаются неоднозначными [9]. Исследования влияния факторов производственной среды малой интенсивности на показатели миелограммы и ускоренное старение крыс линии Wistar в хроническом эксперименте представляют несомненную актуальность. Это связано с тем, что применение цитологических методов для изучения механизмов ускоренного старения у человека в диагностических целях на сегодняшний день ограничено. Все это определило методологию научного изучения исходя из цели и задач исследования.

Цель исследования – оценка результатов цитологического исследования костного мозга у крыс линии Wistar подвергавшихся периодическому изолированному 180-дневному воздействию физических и химических факторов производственной среды в модельных условиях.

Животные – 6 мес. (n=120) обоего пола, (самки крыс массой - $198,1 \pm 0,4$ г. (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой $325,2 \pm 0,8$ г. (разброс по массе не превышал 10%)), были разделены на четыре группы по 30 особей в каждой (15 самок и 15 самцов): 1) группа Г1 – контрольная группа (крысы, которые находились в комфортных условиях при температуре 22-24 С°, влажности 45 %); 2) группа Г2 – воздействие вибрации (крысы, на которых воздействовали общей вибрацией (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах²³), уровни виброускорения в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, 1-63 Гц, ОХ -57,3-100,2; ОУ – 51,4-101,5; ОZ – 62,5-103,6 дБ; эквивалентный скорректированный, уровень, виброускорения, дБ: ОХ -98,6; ОУ - 99,9; ОZ - 102,1; в вибрационной камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 3) группа Г3 – воздействие шума (крысы, на которых воздействовали шумом 81,5-85,3 дБА в шумовой камере по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю); 4) группа Г4 – химическое воздействие (крысы, на которых воздействовали в 200 л затравочной камере смесью ароматических углеводородов в концентрации 1,5 ПДК: диметилбензол (смесь 2-, 3-, 4-изомеров) - 225 мг/м³, бензин растворитель, топливный - 225 мг/м³, метилбензол - 450 мг/м³, пропан-2-он - 1200 мг/м³ по 0,5 часа, с 9.30 до 10 часов утра, 5 дней в неделю). Для фонового анализа в контрольную группу выделено дополнительно десять особей (n=10), которые размещались отдельно. После 180 дневного воздействия факторов производственной среды животных, половозрелого возраста – 12 мес. (самки крыс массой – $245,0 \pm 3,0$ г. (разброс по массе не превышал 10%), и самцы крыс массой $381,7 \pm 4,5$ г. (разброс по массе не превышал 10%)), подвергали эвтаназии с помощью хлороформа для дополнительных цитогистологических исследований, и изготовления «влажных мазков»²⁴ для определения стволовых клеток в костном мозге. Пинцетом брали бедренную кость, и делали мазок на покрывное

²³ таблица 5.4 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

²⁴ <https://www.books-up.ru/ru/book/rukovodstvo-po-gistol..>

стекло. Мазок старались делать равномерным и одинаковой толщины на всём предметном стекле. Если этого достигнуть сразу не удавалось, то при помощи препарировальной иглы частично исправляли мазок. Не давая подсохнуть мазку, предметное стекло опускали мазком вниз в специальный раствор по Романовскому-Гимзе, налитый предварительно в специально подготовленную ёмкость. Происходила быстрая коагуляция тканевых элементов, и мазок плотно приставал к стеклу. После фиксатора следовала вторичная промывка в 70% спирте, перенос в воду, окраска, отмывка в воде. Светооптическое исследование и микрофотосъемку проводили на микроскопе Imager Z1 (Zeiss, Германия).

Срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Светооптическое исследование и микрофотосъемку проводили на микроскопе Imager Z1 (Zeiss, Германия). В эксперименте использовались гигиенические, токсикологические, и цитогистологические методы. Эксперимент проведен в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных научных целей (Страсбург, 1986 г.)²⁵, после одобрения этической комиссией ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

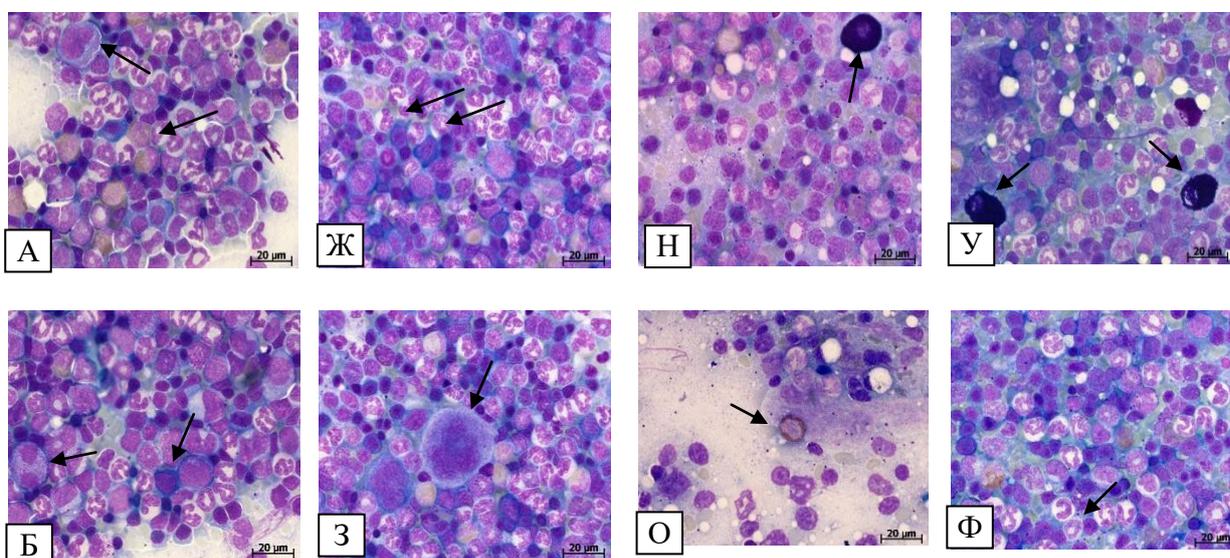
В ходе эксперимента были проведены микроскопия и цитологический анализ клеток костного мозга с подсчетом миелограммы у экспериментальных животных (цитологический анализ клеток костного мозга 6 мес. крыс показал отсутствие патологических изменений миелограммы в первый день, и считался фоновым), и анализ клеточных изменений на 180 сутки воздействия производственных факторов (вибрация, шум, 4-х компонентная смесь ароматических углеводов) в сравнении с контрольной группой (интактные животные). При цитологическом анализе исследуемых препаратов костного мозга установлено наличие слабых различий в показателях миелограммы (табл., рис.) в опытных группах по сравнению с группой контроля. Различий в структуре и количестве клеток между самцами и самками животных не наблюдалось.

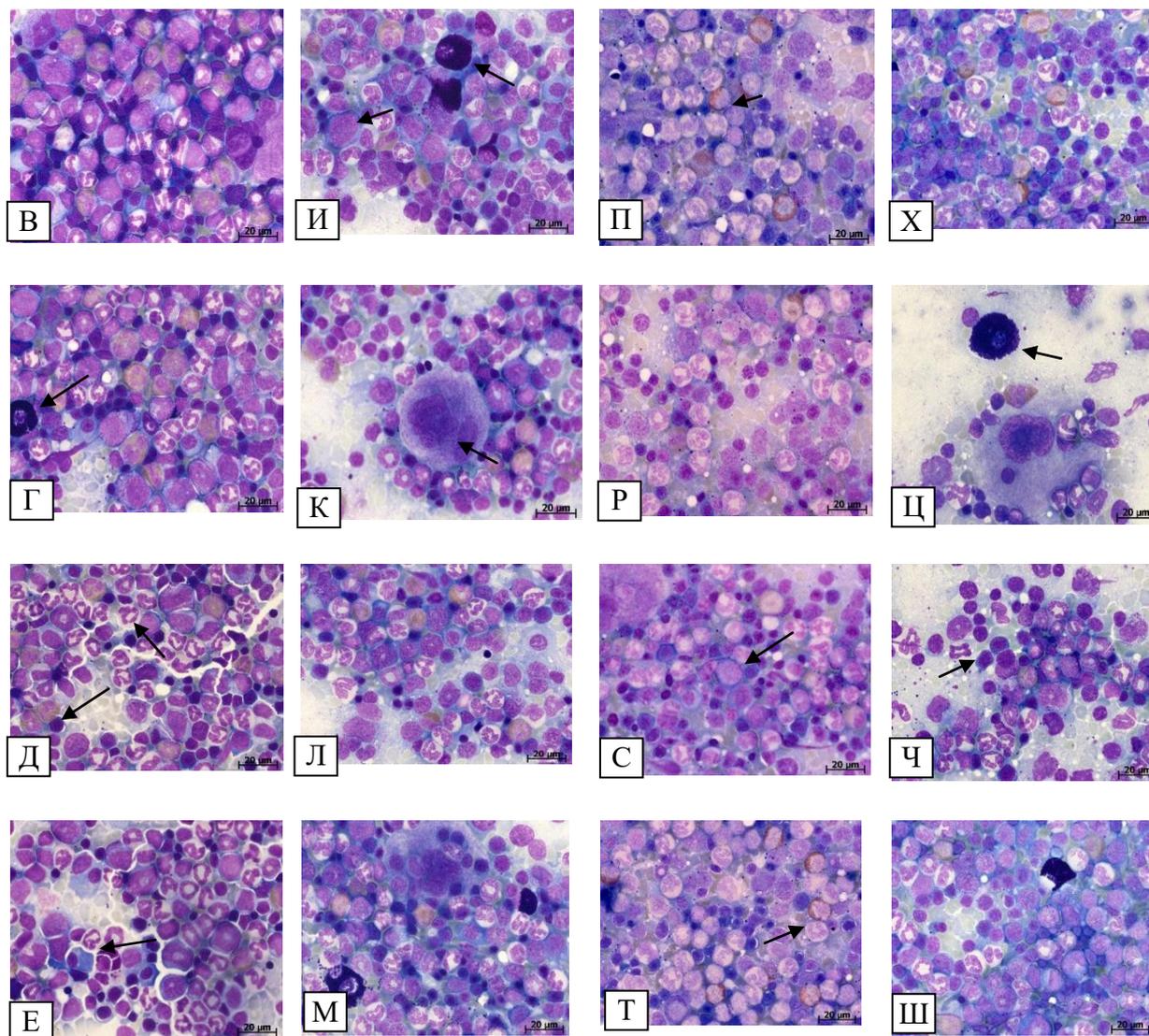
При сравнении средних значений показателей миелограммы на 180 сутки (Табл.) у крыс экспериментальных групп Г1, Г2 и контрольной группы установлено снижение количества эритробластов, проэритробластов относительно группы контроля ($p=0,009$). В миелограмме крыс группы Г3 (воздействие смеси углеводов) выявлено снижение количества проэритробластов, различия с контрольной группой статистически значимы ($p=0,009$). Несмотря на то, что во всех группах лейко-эритробластическое соотношение находится практически в пределах референтных значений (за исключением Г2, где оно составляет 2,09 и чуть ниже допустимых пределов), можно говорить о признаках воздействия на эритробластический росток.

²⁵ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS N 123 (Страсбург, 18 марта 1986 г.) | ГАРАНТ (garant.ru). URL: <https://base.garant.ru/4090914/?ysclid=lx32x1xmrq588324754>

Таблица - Миелограмма костного мозга бедренной кости крыс Wistar на 180-е сутки изолированного периодического воздействия производственных факторов в хроническом эксперименте

Клетки костного мозга	Исследуемые показатели в группах (среднее значение в %)			
	Группа 1 (контрольная)	Группа 2 (воздействие вибрации)	Группа 3 (воздействие шума)	Группа 4 (химическое воздействие)
Эритробласты	0,48	0,43	0,36	0,48
Проэритробласты	0,47	0,41	0,4	0,37
Базофильные эритробласты	4,7	4,3	3,6	3,3
Полихроматофильные эритробласты	15	13	14	12
Оксифильные эритробласты	15	14	13	14
Лимфоциты	19	21	20	18
Моноциты	7,9	8,7	10,5	11,0
Миелобласты	0,54	0,6	0,46	0,38
Промиелоциты	1,41	1,44	0,39	0,48
Миелоциты	4,8	5,6	4,5	5,0
Метамиелоциты	4,8	5,0	4,9	4,4
Палочкоядерные нейтрофилы	7,8	7,5	7,8	8,0
Сегментоядерные нейтрофилы	17	16,0	18,0	17
Базофилы	0,6	0,4	0,46	0,45
Эозинофилы	1,17	1,1	1,2	1,04
Прочие клетки	0,39	0,52	0,43	4,1
Лейко-эритробластическое соотношение	2,2	2,09	2,17	2,18





Стрелками указано:

«Г1 - контрольная группа»: А – промиелоцит и эозинофил, Б – митоз и эритробласт, В – общий вид на дорожку клеток миелоидного и эритроидного (эритробласты) ростков, Г – тучная клетка, Д – базофильный нормобласт и сегментоядерный нейтрофил, Е – плазматическая клетка;

«Г2 – воздействие вибрации»: Ж – эритробласты, З – мегакариоцит, И – тучная клетка и миелобласт, К – мегакариоцит, Л – общий вид на клетки костного мозга, М – общий вид на дорожку клеток костного мозга;

«Г3 – воздействие шума»: Н – тучная клетка, О – эозинофильный миелоцит, П – общий вид клеток костного мозга, Р – общий вид клеток костного мозга, С – миелобласт, Т – эозинофил;

«Г4 – химическое воздействие»: У – тучная клетка, Ф – сегментоядерный нейтрофил с характерным кольцевидным ядром, Х – сегментоядерные нейтрофилы, Ц – тучная клетка, Ч – базофильный эритробласт, Ш – общий вид на миелокариоциты (ядросодержащие клетки костного мозга)

Рисунок – Костный мозг крысы линии Wistar на 180 день эксперимента (Увеличение 1000. Окраска Романовского Гимзе).

Полученные результаты указывают на наличие неспецифических признаков воздействия физических и химических производственных факторов (1,5 ПДК, ПДУ) на костный мозг крыс в хроническом эксперименте. Изменения в эритробластическом ростке можно предварительно рассматривать, как один из индикаторов преждевременного старения у животных, подвергшихся изолированному воздействию производственных вредностей.

Библиографический список

1. Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Кузнецов С.М., Плотникова О.В., Савченко О.А. Гигиеническая оценка влияния производственных факторов малой интенсивности на показатели состояния здоровья экспериментальных животных в зависимости от вида и продолжительности их воздействия // Национальные приоритеты России. – 2024. – № 3(54). – С. 53-67. – EDN ORIPWA.
2. 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. – № 3(54). – С. 45-52. – EDN DIANFU.
3. Лелевич С.В., Анисович Е.И. Цитологические исследования в медицине. Медицинские новости. 2018;2:33-35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsitologicheskie-issledovaniya-v-meditsine/viewer>.
4. Савченко О.А. Биомаркеры и рискометры старения / О.А. Савченко, Н.Ф. Чуенко, П.Е. Свечкарь // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18-19 апреля 2024 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 187-197. – EDN AELPAN.
5. Николаева Л.П., Черданцев Д.В., Хват Н.С. Особенности миелограммы костного мозга трубчатых костей // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21082>
6. Grindem CB, Neel JA, Juopperi TA. Cytology of bone marrow. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002 Nov;32(6):1313-74, vi. doi: 10.1016/s0195-5616(02)00052-9,
7. Халиулин А.В., Гусякова О.А., Габрильчак А.И., Калимулина К.Р. Зависимость показателей метаболизма и клеточного состава крови от цитологической картины костного мозга при множественной миеломе // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020. Т. 8, №2. С. 208-217. doi:10.23888/HMJ202082208-217
8. Руководство по гематологии / М.Г. Абрамов, М.Д. Бриллиант, М.И. Бронштейн [и др.]; под редакцией академика А.И. Воробьева. Том 1-3. – 4-е издание. – М.: ООО "Медико-технологическое предприятие "Ньюдиамед", 2007. – 1275 с. ISBN 978-5-88107-074-8.
9. Tokalov SV, Gruener S, Schindler S, Iagunov AS, Baumann M, Abolmaali ND. A number of bone marrow mesenchymal stem cells but neither phenotype nor differentiation capacities changes with age of rats. Mol Cells. 2007 Oct 31;24(2):255-60.

Сведения об авторах.

Савченко Олег Андреевич; e-mail: Savchenkooa1969@mail.ru; кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871>

Новикова Ирина Игоревна; e-mail: novikova_ii@niig.su; доктор медицинских наук, директор, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 652121; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Плотникова Ольга Владимировна; e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены труда, профпатологии ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Чуенко Наталья Федоровна; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7; SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486>

Савченко Ольга Анатольевна; e-mail: Olgasav1978@mail.ru; кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной педиатрии с курсом ДПО ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 4596-7138, AuthorID: 810097; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2035-5653>

Савченко Оксана Олеговна; e-mail: savchenkoох@yandex.ru; студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВПО "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 640099, г. Омск, ул. Ленина, 12; SPIN-код: 9743-5272, AuthorID: 1240170; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7542-9039>

Рева Максим Викторович; e-mail: reva_mv@niig.su; научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, 630108, Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Санникова О.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Программа оптимизации питания студентов ПИМУ включала коррекцию меню в столовых согласно принципам здорового питания, обогащение блюд функциональными продуктами при одновременном исключении из перечня буфетной продукции «нездоровых» продуктов питания. Результаты пятилетней реализации программы оказались следующими: достоверно увеличилась посещаемость столовой и кратность приемов горячих обедов при одновременном снижении количества перекусов. Во-вторых, увеличилась активность студентов в соблюдении рекомендаций врачей-диетологов и приема витаминно-минеральных комплексов. Однако остается настороженность в отношении реализации сбалансированного питания в жизни, исключения «нездоровых» продуктов из рациона. Предполагается разработка и внедрение второго этапа программы «Здоровое питание», включающей образовательные семинары и мастер-классы, мобильное приложение по проектированию индивидуального питания, что будет способствовать повышению информированности студентов по основным принципам здорового питания, увеличению количества студентов с высокой мотивацией, приверженностью здоровому питанию и созданию индивидуального рациона питания.

Ключевые слова: здоровое питание, студенты, оптимизация питания, рацион питания, нарушение режима питания.

OPTIMIZATION OF NUTRITION OF STUDENTS MEDICAL UNIVERSITY

Sannikova O. A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volga Region Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod

The program for optimizing nutrition for students at PIMU included adjusting the menu in the canteens according to the principles of healthy eating, enriching dishes with functional products while simultaneously excluding "unhealthy" food products from the list of buffet products. The results of the five-year implementation of the program were as follows: canteen attendance and the frequency of hot lunches significantly increased while the number of snacks decreased. Secondly, students' activity in following the recommendations of nutritionists and taking vitamin and mineral complexes increased. However, there remains caution regarding the implementation of a balanced diet in life, the exclusion of "unhealthy" products from the diet. It is planned to develop and implement the second stage of the "Healthy Nutrition" program, including educational seminars and master classes, a mobile application for designing individual nutrition, which will help to increase students' awareness of the basic principles of healthy eating, increase the number of students with high motivation, commitment to healthy eating and the creation of an individual diet.

Keywords: healthy eating, students, nutrition optimization, diet, eating disorders.

Проблема здорового образа жизни и правильного питания становится всё более актуальной в современном обществе, особенно среди молодёжи. Для студентов медицинских вузов характерно освоение большого объема информации, продолжительное количество учебных часов и практики. Целый ряд авторов в своих исследованиях установили, что рацион питания студентов склонен к уменьшению потребления наиболее таких продуктов, как молоко и молочнокислые продукты, мясо, рыба, овощи и фрукты. Одновременно наблюдается увеличение потребления сладостей, газированных напитков и полуфабрикатов. Несбалансированное питание ведет к увеличению калорийности и дефициту важных микроэлементов, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, животных белков и клетчатки [1,2]. Недостаточность важных структурных, энергетических и биологически активных веществ сочетается с нарушением режима питания из-за дефицита времени и ограниченного бюджета [3,4]. Результаты научных исследований показали, что многие студенты некомпетентны в вопросах культуры питания, не информированы о важности здорового питания, качестве и безопасности продуктов питания [1,4]. По данным литературы установлена зависимость влияния рациона питания на состояние здоровья, как физического, так и психического, а также на академическую успеваемость студентов медицинских вузов [5,6].

Цель исследования: провести анализ оптимизации питания студентов ПИМУ в динамике 2019-2024 гг.

Объем исследования: 236 студентов (2019 г. – 128 человек, 2024 г. – 108 человек) ФГБОУ ВО ПИМУ МИНЗДРАВА РФ г. Н. Новгорода.

Методы исследования: анкетный метод, частотный метод, методы описательной и аналитической статистики, программы Excel и IBM SPSS Statistics-22. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Программа оптимизации питания студентов ПИМУ включала коррекцию меню в столовых согласно принципам здорового питания, обогащение блюд функциональными продуктами - источниками антиоксидантов, фитонутриентов, клетчатки и полиненасыщенных жирных кислот (зелень, семена, сухофрукты и др.). Осуществлялось одновременное исключение из перечня буфетной продукции газированных напитков и снежков. Результаты реализации программы оказались следующими. При анализе режима питания учитывалось количество приемов пищи в день и интервалы между приемами пищи. В 2019 и 2024 гг. большинство студентов соблюдали 3-4-разовую кратность приемов пищи: 71,9% студентов и 70,3% соответственно. Увеличилось число студентов ПИМУ, которые посещали столовую ежедневно или 2-3 раза в неделю: с 28,9% в 2019 до 39,8% в 2024. Установлены статистически значимые различия: в два раза уменьшилось количество студентов, никогда не обедавших в столовой, – с 43,8% в 2019 г. до 24,1% в 2024 г. ($p=0,007$). Отмечено, что в 1,6 раза сократилось количество студентов, бравших перекусы на учебу ежедневно или 2-3 раза в неделю: с 64,1% в 2019 г. до 39,8% в 2024 г. Увеличи-

лось число студентов без перекусов или с редкими перекусами: с 35,9% в 2019 г. до 55,2% в 2024 г. ($p=0,0001$). Установлены различия в употреблении отдельных групп продуктов, однако различия были статистически не значимы (табл.1).

Количество студентов, использующих ежедневно колбасные изделия, снизилось в 1,7 раз, при этом увеличилось число студентов, ежедневно имеющих в рационе мясные и рыбные продукты. Снизилось количество студентов с ежедневным употреблением молочных и кисломолочных продуктов с 37,0% в 2024 г. до 45,3% в 2019 г. ($p=0,504$). Фрукты и овощи у каждого второго студента использовались в рационе питания ежедневно или несколько раз в неделю в 2019 и 2024 гг.

Таблица 1 - Сравнительный анализ частоты употребления отдельных групп продуктов студентами, %

Продукты	2019 г.			2024 г.			Статистика, р
	Ежедневно	Несколько раз в неделю	Никогда	Ежедневно	Несколько раз в неделю	Никогда	
Мясные и рыбные продукты	42,2	56,2	1,6	43,5	55,6	0,9	0,512
Колбасные изделия	4,7	78,9	16,4	2,8	75,9	21,3	0,608
Молоко и кисломолочные продукты	45,3	51,5	3,2	37,0	58,3	4,6	0,504
Фрукты, овощи, ягоды	47,7	51,6	0,8	45,4	54,7	0,0	0,660

В исследовании были рассмотрены продукты питания, которые не соответствуют принципам здорового питания. Анализ частоты употребления газированных напитков и снежков (чипсы, сухарики, соленый арахис и др.) показал, что количество употребляющих эти продукты студентов возросло в 2024 г. на 10% и 5% соответственно по сравнению с 2019 г. Число студентов, использующих ежедневно в рационе кондитерские изделия (конфеты, печенье, пирожные и др.) не изменилось за пятилетний период времени и составило 67,7% в 2019 г и 66,6% в 2024 г. (табл.2).

Увеличилось количество студентов, принимающих витаминно-минеральные комплексы два раза в год: с 12,5% в 2019 г. до 20,4% в 2024 г. ($p= 0,264$). Число студентов, ежедневно соблюдающих диету, назначенную врачом, увеличилось с 7,0% в 2019 г. до 12,0% в 2024 г. Уменьшилось количество не соблюдающих диету студентов на 11% и составило 66,7% в 2024 г. против 74,2% в 2019 г. ($p= 0,431$).

Таблица 2 - Сравнительный анализ частоты употребления «нездоровых» продуктов студентами, %

Продукты	2019 год, % ответов			2024 год, % ответов			Статистика, р
	Ежедневно	Несколько раз в неделю	Никогда	Ежедневно	Несколько раз в неделю	Никогда	
Кондитерские изделия	29,9	67,7	2,4	29,6	66,6	3,7	0,925
Газированные напитки	3,1	61,7	35,2	7,4	67,6	25,0	0,140
Снэки	0,8	82,9	16,4	0,9	86,1	13,0	0,410

Таким образом, реализация программы оптимизации питания студентов медицинского вуза показала свою эффективность в двух основных направлениях. Во-первых, достоверно увеличилась посещаемость студенческой столовой и кратность приемов горячих свежеприготовленных блюд при одновременном снижении количества перекусов. Во-вторых, увеличилась активность студентов в соблюдении рекомендаций врачей-диетологов и приема витаминно-минеральных комплексов. Однако остается настороженность в отношении употребления студентами газированных напитков, снеков и кондитерских изделий, необходимость реализации сбалансированного питания в жизни студентов, исключения «нездоровых» продуктов из рациона. Предполагается разработка и внедрение второго этапа программы «Здоровое питание», включающий образовательные семинары и мастер-классы, приглашение диетологов и нутрициологов для чтения лекций и проведения практических занятий по приготовлению здоровой пищи, создание волонтерских групп и клубов по питанию, создание информационных ресурсов с рекомендациями по покупке продуктов здорового питания и приготовлению здоровой пищи, разработка мобильного приложения, где студенты смогут находить советы и рецепты по здоровому питанию и планировать своё меню.

Библиографический список

1. Никитенко Д. А. Роль правильного питания в жизни студента // Научные высказывания. 2023. №14 (38). С. 46-48.
2. Развязнева М. И. Гигиена питания студента медицинского вуза // Исследования молодых ученых : материалы XI Международной научной конференции. Казань: Молодой ученый. 2020. С.30-33.
3. Комиссарова О. В., Хатуаев Р. О. Оценка знаний о правильном питании студентов разных факультетов Воронежского медицинского университета имени Н. Н. Бурденко // Российский вестник гигиены. 2024. №3. С. 23–27.

4. Галиуллина, Д. Т. Проблема питания современных студентов // Молодой ученый. 2024. № 3 (502). С. 278-283.
5. Подригало Л.В. Особенности питания учащихся молодежи как фактор, влияющий на здоровье // Человек. Спорт. Медицина. 2019. №19 (4). С. 103-110.
6. Денисова Г.С. Пути совершенствования организации рационального питания студентов // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2017. № 1 (4). С. 73-84.

Сведения об авторе.

Санникова Ольга Александровна, sannikova_o@rimunn.net, ассистент кафедры гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, 9225-6103, 5.227.31.34.

ГИГИЕНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Серебряков В.В., Намозова Г.И.

Чирчикский филиал Ташкентской медицинской академии,

г. Чирчик, Узбекистан

В данной статье показано современное формирование гигиены труда. В статье широко отражены гигиенические требования к поддержанию адекватных и необходимых условий труда. Описаны профессиональные заболевания их последствия, инвалидность и возможная потеря трудоспособности. Также говорится о программе государства для улучшения условий труда, что в свою очередь приведет в общем к благосостоянию людей и государства.

Ключевые слова: гигиена труда, профессиональные заболевания, инвалидность, охрана здоровья, профилактика.

LABOR HYGIENE AND OCCUPATIONAL DISEASES

Serebryakov V.V., Namozova G.I.

Chirchik branch of Tashkent Medical Academy, Chirchik, Uzbekistan

This article shows the modern formation of occupational hygiene. The article extensively reflects the hygienic requirements for maintaining adequate and necessary working conditions. Occupational diseases, their consequences, disability, and possible loss of work capacity are described. It also mentions the state's program to improve working conditions, which, in turn, will lead to the overall well-being of the people and the state.

Keywords: Occupational hygiene, occupational diseases, disability, healthcare, prevention.

Гигиена труда или профессиональная гигиена - раздел гигиены, изучающий трудовую деятельность человека и окружающую его производственную среду с точки зрения их воздействия на организм человека, разрабатывающий гигиенические нормы и меры, направленные на обеспечение комфортных и здоровых условий труда.

Основной задачей гигиены труда является качественная и количественная оценка влияния условий труда на организм человека, благодаря которым можно разработать нормативы, проекты, рекомендации, позволяющие обеспечить высокие и безопасные показатели производительности труда. Критерием, дающим возможность адекватно оценить правильность организации гигиены труда - является оптимальное улучшение условий труда работников на предприятии, недопущение профессиональных заболеваний и тщательная их профилактика, а также контроль за здоровьем.

Оптимизация и совершенствование производственных процессов, замещение физического труда умственным трудом, недопущение факторов негативно влияющие на здоровье в виде наличия вредных выбросов, патологической вибрации, неестественно высоких или низких температур, пло-

хая освещенность и недостаточное поступление свежего воздуха на рабочее место и прочих ситуаций, которые могут повлиять на его здоровье.

Улучшение условий труда является общегосударственным контролем в Республике Узбекистан и основной задачей Государственного санитарного надзора является наблюдение за соблюдением санитарного законодательства на предприятиях. Организация государственного санитарного надзора в Республике Узбекистан соответствует существующим стратегиям, инструкциям и инструментам, разработанным Международной организацией труда.

Заболевания, связанные с трудовой деятельностью, которые могут возникать и развиваться под влиянием вредных факторов, называются профессиональными заболеваниями.

Общая гигиена труда – включает в себя гигиеническую оценку вредных и опасных факторов на производственных предприятиях, их урегулирование, оценка и изучение заболеваемости у рабочих, использование средств индивидуальной защиты, осуществление санитарно-пропагандистской работы, применение химических веществ, пестицидов и разработка оздоровительных мероприятий для предотвращения их негативного воздействия.

Частная гигиена труда формирует правила ведения государственного санитарного надзора, урегулированием проблем гигиены труда на промышленных предприятиях и в сельскохозяйственной сфере, реализацией необходимых законодательных актов при проведении государственного санитарного надзора, регламент проведения санитарных проверок и заполнением первичных документов, необходимых для оформления в ходе проверки.

Профессиональные заболевания возникают в результате определённого воздействия на организм пагубных факторов условий труда.

В определении профессиональных заболеваний есть две главные характеристики:

- взаимосвязь между определенными условиями труда и организмом;
- заболевания которые встречаются в группе людей чаще чем у остальной части населения.

Примерно выделяют пять групп профессиональных заболеваний основываясь этиологии:

1. Первая группа — это профессиональные заболевания, вызванные воздействием химических факторов.

2. Вторая группа - профессиональные заболевания, возникающие под воздействием пыли.

3. Третья группа - профессиональные заболевания, вызванные физическими факторами.

4. Четвертая группа - профессиональные заболевания, возникающие в результате перенапряжения.

5. Пятая группа - профессиональные заболевания, возникающие под влиянием биологических факторов.

Также профессиональные заболевания могут подразделяться на специфические и не специфические в зависимости от рода деятельности.

Например, врачи могут страдать как хронической утомляемостью, так и некоторыми профессиональными заболеваниями:

1. Неврозы, связанные с работой врачей — это сложный и ответственный вид деятельности: постоянный стресс, высокая степень ответственности за больных, дежурства и так далее.

2. Тромбофлебит и трофические расстройства последствия врачебного трудового процесса, сопровождающим работу хирурга, травматолога, стоматолога, отоларинголога и других. При постоянном пребывании в вынужденной рабочей позе нарушения приобретают устойчивый характер. Поэтому среди медицинских работников часто встречаются случаи заболеваний варикозным расширением вен нижних конечностей. При длительном пребывании в положении стоя возможно развитие плоскостопия, боли в ногах, отеков, быстрой утомляемости мышц ног, иногда – судорог икр. У людей, которые долго находятся в таком положении, часто развивается хроническая венозная недостаточность нижних конечностей и ее осложнения.

3. Заболевания опорно-двигательного аппарата нарушения осанки. встречаются заболевания поясницы и позвоночника. Может быть сколиоз.

4. Инфаркты и инсульты. Эти болезни могут часто уводить врачей из жизни. Из-за непрерывного стресса, умственного напряжения, накапливаются и вызывают инфаркт или инсульт.

5. Профессиональные аллергозы. Наиболее тяжелым и прогностически неблагоприятным аллергическим заболеванием среди медицинских работников является анафилактический шок.

В зависимости от происхождения профессиональных заболеваний профессиональные заболевания бывают острыми и хроническими.

Острое профессиональное заболевание возникает внезапно, после однократного воздействия. Неблагоприятные факторы приводят к временной или постоянной потере трудоспособности.

Под хроническим профессиональным заболеванием понимается негативное воздействие на организм вредного производственного фактора, приводящее к периодической, длительной потере профессиональной трудоспособности работника.

При наличии инвалидности, в целях определения степени утраты трудоспособности больных, по заключению врачебной консультативной комиссии, пациент направляется в врачебную трудовую экспертную комиссию. Состояние инвалидности — это частичное или полное нарушение трудоспособности вследствие заболевания. По заключению комиссии больному может быть назначены три группы профессиональной инвалидности.

Инвалидность I группы назначается больным с хроническими заболеваниями, с глубокими изменениями в функциональных системах организма.

Инвалидности II группы - инвалидность назначается лицам, которые бессрочно или на длительный срок полностью утратили трудоспособность и в результате не могут работать в обычных производственных условиях.

Инвалидность III группы - предлагается устранить факторы, вызвавшие заболевания, и перевести пациента на другую профессию.

Четкие рекомендации по соблюдению и улучшению условий труда способствуют снижению уровня профессиональных заболеваний.

Наиболее важные аспекты – это своевременно выявлять профессиональные заболевания, знать их этиологию и патогенез, осуществлять лечебно-оздоровительную работу до полного выздоровления больного, лечение в больнице, курортно-санаториях, профилакториях, вводить обязательную диспансеризацию.

Создание безопасных условий труда на предприятиях остается актуальным и наиболее важным аспектом в области гигиены труда. Выбор работников в зависимости от их профессиональной специфики, тяжесть и продолжительность трудового процесса, нарушение правил техники безопасности, низкий уровень руководства предприятием, нарушение нормативно-правовых актов, вредный производственный фактор, случаи использования работников во время отдыха и другие причины, могут влиять на условия труда и формирование различных нарушений, связанных с этим.

Обеспечения безопасности жизни и труда граждан является важной и актуальной для каждого общества и зависит от экономического развития, устойчивости, научно-технического прогресса, а также интеллектуальных возможностей государства. Преступная организация труда на производстве, осуществляемая без соблюдения действующих законов, стандартов, инструкций, в некоторых случаях может привести к инвалидности и даже смерти.

Охрана здоровья и создание условий для здорового образа жизни населения Республики Узбекистан является одной из важных задач, стоящих перед правительством страны. Доказательством тому служат относительно хорошие показатели развития в сфере здравоохранения, особенно если сравнивать со странами с аналогичным уровнем развития.

Экономическое развитие Узбекистана на период до 2030 года предусматривает обеспечение устойчивого экономического роста в соответствии с принятыми в международной практике определениями и характеристиками этого понятия. Целевые ориентиры экономического развития Узбекистана на период до 2030 года предусматривают увеличение к 2030 году объема валового внутреннего продукта не менее чем в 2 раза на основе повышения конкурентоспособности национальной экономики, которая будет достигаться, прежде всего, за счет увеличения продуктивной занятости, которые включают в себя национальные задачи. Одной из важнейших задач

является защита трудовых прав работников и обеспечить им безопасные условия для труда.

Библиографический список

1. Трудовой кодекс Республики Узбекистан, 30.04.2023. <https://lex.uz/ru/docs/6257291>
2. Профессиональные болезни, Ш.К.Махмудова, учебник, Ташкент, 2011.
3. Трудовая гигиена, Г.Т.Искандарова, учебник, Ташкент, 2019. <https://e-library.sammu.uz/ru/book/2022>
4. Совершенствование диагностики и реабилитации профессиональных заболеваний. Павловская Е.Ю., Каракотина И.А. Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150) 2021. Том 11. № 11 <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-diagnostiki-i-reabilitatsii-professionalnyh-zabolevaniy>
5. Профессиональные болезни медицинских работников В.В. Косырев, С.А. Бабанов. справочник поликлинического врача / No 9 / 2008 https://e-library._2010.Pdf [4]
6. Профессиональные заболевания медицинских работников И.Л. Кляритская, Е.В. Максимова, Н.В. Жукова, Е.И. Григоренко, Ю.А. Мошко. Крымский терапевтический журнал. КТЖ 2019, №3 <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnye-zabolevaniya-meditsinskih-rabotnikov-1>

Сведения об авторах.

Серебряков Владимир Владимирович - заведующий кафедры анатомии и патологии Чирчикский филиал Ташкентской медицинской академии. Город Чирчик, Ташкентская область, Республика Узбекистан, E-mail: vladserebryakov766@gmail.com

Намозова Гулноза Инатуллаевна - старший преподаватель кафедры анатомии и патологии Чирчикский филиал Ташкентской медицинской академии. Город Чирчик, Ташкентская область, Республика Узбекистан E-mail: namozovagulnoza317@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ СТРЕССА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Сетко Н.П.¹, Жданова О.М.¹, Сетко А.Г.², Лукьянов С.Э.¹

¹ *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Оренбург*

² *ФБУН «Федеральный научный центр гигиены
им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Москва*

Установлено, что с увеличением уровня стресса в 1,3 раза у учащихся от начального к старшему звену регистрировалось повышение тревожности в 1,2 раза в повседневной и учебной сферах, враждебности в 1,3 раза, агрессивности в 1,2 раза, увеличение числа учащихся с высоким уровнем непродуктивного нервно-психического напряжения в 1,4 раза и с состоянием избыточного сковывающего напряжения в 3,5 раза, на фоне снижения периферической температуры тела в 1,2 раза, увеличения мышечного напряжения в 1,3 раза и пульса в 1,2 раза. Показано, что использование технологии функционального биоуправления способствовало снижению тревожности в повседневной жизни на 15,9% и академической сфере на 24,1%, негативных эмоциональных переживаний в учебной деятельности на 21,5%, нормализации физиологических маркеров стресса, формированию оптимального вегетативного баланса и состояния психофизиологического благополучия у каждого второго учащегося после освоения навыка диафрагмального дыхания.

Ключевые слова: учащиеся, стресс, тревожность, негативные эмоциональные переживания, агрессивность, враждебность, функциональное биоуправление

MODERN METHODS OF PRE-CLINICAL DIAGNOSTICS AND STRESS CORRECTION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Setko N.P.¹, Zhdanova O.M.¹, Setko A.G.², Lukyanov S.E.¹

¹ *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Orenburg State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian
Federation, Orenburg*

² *Federal Scientific Center of Hygiene named after
F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, Moscow*

It was found that with a 1.3-fold increase in stress levels, students from primary to senior school showed a 1.2-fold increase in anxiety in everyday and academic spheres, 1.3-fold increase in hostility, 1.2-fold increase in aggressiveness, an increase in the number of students with a high level of unproductive neuropsychic stress by 1.4 times and with a state of excessive constraining tension by 3.5 times, against the background of a 1.2-fold decrease in peripheral body temperature, an increase in muscle tension by 1.3 times and a 1.2-fold increase in pulse. It was shown that the use of functional biofeedback technology contributed to a 15.9% decrease in anxiety in everyday life and a 24.1% decrease in the academic sphere, a 21.5% decrease in negative emotional experiences in academic activities, a normalization of physiological stress markers, the formation of an optimal vegetative balance and a state of

psychophysiological well-being in every second student after mastering the skill of diaphragmatic breathing.

Keywords: students, stress, anxiety, negative emotional experiences, aggressiveness, hostility, functional biofeedback

По данным многочисленных научных исследований подрастающее поколение сталкиваются с различными проблемами в повседневной жизни, включая построение социальных отношений со сверстниками, завышенные социальные ожидания, возрастающие информационные нагрузки, интенсификацию учебной деятельности на фоне дефицита времени для реализации социальных, творческих и других индивидуальных потребностей, что зачастую становится основным фактором формирования острого или хронического стресса [1-5]. В современных реалиях стресс перестаёт рассматриваться исключительно как ситуационная реакция на отдельные события, а выступает в качестве системного фактора, формирующего среду обитания, в которой растут и развиваются дети и подростки. В связи с этим особую актуальность приобретает донозологическая диагностика и коррекция стресса, что позволит своевременно выявлять негативные изменения в функциональном состоянии организма детей и подростков и предотвращать дальнейшее развитие психосоматических патологий.

С целью научного обоснования современных методов донозологической диагностики и коррекции стресса у 690 учащихся начального (7-11 лет) (n=247, из них 127 мальчиков и 120 девочек), среднего (12-15 лет) (n=297, из них 151 мальчиков и 146 девочек) и старшего звена обучения (16-17 лет) (n=146, из них 64 юноши и 82 девушки) общеобразовательных организаций г. Оренбурга проведена оценка стресса с помощью опросника «Шкала психологического стресса PSM-25» Н.Е. Водопьяновой (2009); тревожности и негативных эмоциональных переживаний (НЭП) по опроснику Ч.Д. Спилбергера (STPI-State Trail Personal Inventory) в модификации А.Д. Андреевой (1988); агрессивных и враждебных реакций по методике А. Басса и А. Дарки (1957), в модификации А.К. Осницкого (1998); показателей цветового теста М. Люшера: суммарного отклонения от аутогенной нормы (СО) и вегетативного коэффициента (ВК) и физиологических параметров организма учащихся: периферическая температура тела, электрическая активность трапецевидных мышц, частота дыхательных движений (ЧДД), частота сердечных сокращений (ЧСС), с помощью аппаратно-программного комплекса диагностики и коррекции психоэмоционального состояния «Комфорт» («Амалтея»; Санкт-Петербург, 2015).

Из группы учащихся старшего звена, прошедших донозологическую диагностику, были отобраны 50 учащихся с высоким уровнем нервно-психического напряжения. В целях коррекции психоэмоционального состояния среди учащихся проведены тренинги функционального биоуправления для формирования навыка диафрагмального дыхания (в среднем 10 тренингов), контроль степени сформированности которого осуществ-

лялся на основании сравнительного анализа физиологических параметров до и после тренингов.

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией в последней редакции; одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ МЗ РФ (протокол № 258 от 09.10.2020). Статистическая обработка данных проведена с использованием программного обеспечения StatTech v. 3.1.8 (ООО «Статтех», Россия) параметрическими методами статистики, обоснованность применения которых подтверждена результатами предварительного анализа распределения данных на нормальность с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки статистической значимости различий между тремя независимыми группами применен однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим пост-хок сравнением данных групп по методу Тьюки. Для определения статистически значимых различий между связанными выборками (до/после) использовали парный t-критерий Стьюдента. Для оценки статистической значимости различий категориальных переменных применяли критерий Хи-квадрат Пирсона (χ^2).

Установлено, что с повышением возраста и ступени обучения у учащихся отмечена тенденция к увеличению уровня нервно-психического напряжения с $67,9 \pm 1,41$ баллов до $84,7 \pm 2,91$ баллов ($p < 0,001$) (табл.1), а также увеличение удельного веса числа учащихся с высоким уровнем стресса в 5,7 раз (табл.2).

С увеличением стресса у учащихся старших классов статистически значимо увеличивалась тревожность в повседневной жизни с $16,3 \pm 0,22$ баллов до $20,3 \pm 0,27$ баллов ($p < 0,001$), в академической сфере с $17,1 \pm 0,24$ баллов до $19,7 \pm 0,30$ баллов ($p < 0,001$). Соответственно этому доля учащихся с низким уровнем тревожности в старших классах при сравнении с данными учащихся младших классов снизилась в 3,7 раза в повседневной и в 1,5 раза в академической сфере.

Максимальные значения НЭП регистрировались среди учащихся среднего звена обучения, где высокий уровень негативных эмоций определен у каждого четвертого обследуемого в повседневной жизни (25,0%) и каждого пятого учащегося в учебной сфере (22,6%). От младших к старшим классам у учащихся также отмечено статистически значимое увеличение негативных эмоциональных переживаний в повседневной жизни с $18,3 \pm 0,27$ баллов до $19,7 \pm 0,46$ баллов ($p < 0,001$); в учебной сфере с $12,4 \pm 0,21$ баллов до $14,0 \pm 0,48$ баллов ($p < 0,001$).

На фоне повышения стресса, тревожности, НЭП у старшеклассников в сравнении с данными учащихся начального звена увеличивался уровень обиды и негативизма в 1,4 раза, раздражения, враждебности и вербальной агрессии в 1,3 раза, подозрительности и агрессивности в 1,2 раза. Так, по сравнению с данными учащихся начального звена число старшеклассников с высоким уровнем раздражения увеличилось с 13,7% до 39,3% ($p < 0,001$), негативизма с 11,0% до 29,8% ($p = 0,007$), подозрительности с 17,1% до

33,3% ($p=0,001$), вербальной агрессии с 37,0% до 73,8% ($p<0,001$), враждебности с 4,7% до 22,5% ($p=0,001$) и агрессивности с 16,8% до 30,4% ($p=0,007$).

Таблица 1 – Показатели психоэмоционального состояния учащихся исследуемых групп (баллы)

Показатели	Степень обучения			p*	p**	p***
	I	II	III			
Стресс	67,9±1,41	73,4±1,94	84,7±1,91	0,022	0,040	<0,001
Тревожность в повседневной сфере	16,3±0,22	18,2±0,29	20,3±0,27	<0,001	<0,001	<0,001
Тревожность в академической сфере	17,1±0,24	19,7±0,28	19,7±0,30	<0,001	<0,001	<0,001
Негативные эмоциональные переживания в повседневной сфере	18,3±0,27	20,9±0,37	19,7±0,46	<0,001	0,526	<0,001
Негативные эмоциональные переживания в академической сфере	12,4±0,21	15,3±0,34	14,0±0,48	<0,001	0,384	<0,001
Физическая агрессия	4,5±0,13	4,6±0,15	4,7±0,31	0,614	0,658	0,689
Косвенная агрессия	3,4±0,09	3,6±0,11	4,5±0,26	0,159	0,213	0,269
Раздражение	3,7±0,12	4,7±0,14	4,8±0,26	<0,001	<0,001	0,002
Негативизм	1,9±0,07	2,2±0,08	2,7±0,14	0,005	0,013	<0,001
Обида	2,6±0,11	3,7±0,13	3,7±0,21	<0,001	<0,001	<0,001
Подозрительность	3,9±0,12	4,8±0,13	4,6±0,20	<0,001	<0,001	<0,001
Вербальная агрессия	5,3±0,12	6,0±0,13	7,1±0,25	<0,001	0,001	0,002
Чувство вины	4,8±0,11	5,1±0,13	5,0±0,24	0,078	0,121	0,016
Агрессивность	13,6±0,30	15,3±0,34	16,2±0,67	0,001	0,001	0,003
Враждебность	6,4±0,20	8,5±0,23	8,3±0,36	<0,001	<0,001	<0,001

I – начальное звено; II – среднее звено; III – старшее звено; $p \leq 0,05$ – при сравнении данных учащихся: * – начального звена с данными среднего звена; ** – учащихся среднего звена с данными старшего звена; *** – начального звена с данными старшего звена.

Анализ психоэмоционального состояния учащихся по цветовому тесту Люшера показал, что ВК, отражающий энергетическую установку, у учащихся исследуемых групп практически не различался и составлял $1,2 \pm 0,03$ ед. среди начального звена, $1,1 \pm 0,06$ ед. среди среднего звена и $1,1 \pm 0,03$ ед. среди старшего звена ($p \geq 0,05$). При этом к старшим классам выявлена тенденция увеличения доли учащихся с избыточным сковывающим напряжением, число которых среди младшего звена составляло лишь 13,6%, при данных 38,9% подростков среди среднего звена и 47,6% среди старшеклассников $p < 0,001$) (табл.3).

Таблица 2 – Распределение учащихся исследуемых групп в зависимости от уровня выраженности показателей психоэмоционального состояния (%)

Показатели	Уровень выра- женности	Ступень обучения		
		I	III	III
Стресс	Высокий	2,2	5,4	12,6
	Средний	12,2	16,7	21,3
	Низкий	85,6	78,0	66,1
$\chi^2=13,4; p=0,009$				
Тревожность в повсе- дневной сфере	Высокий	2,5	4,8	10,2
	Средний	29,4	40,5	71,4
	Низкий	68,1	54,8	18,4
$\chi^2=53,6; p<0,001$				
Тревожность в академи- ческой сфере	Высокий	5,9	27,4	7,5
	Средний	37,0	40,5	53,7
	Низкий	57,1	32,1	38,8
$\chi^2=32,4; p<0,001$				
Негативные эмоциональ- ные переживания в по- вседневной сфере	Высокий	7,6	25,0	16,3
	Средний	48,7	47,6	51,0
	Низкий	43,7	27,4	32,7
$\chi^2=13,4; p=0,009$				
Негативные эмоциональ- ные переживания в ака- демической сфере	Высокий	6,7	22,6	12,9
	Средний	29,4	46,4	40,1
	Низкий	63,9	31,0	46,9
$\chi^2=24,4; p<0,001$				
Физическая агрессия	Высокий	15,1	22,9	21,4
	Средний	48,6	34,4	36,9
	Низкий	36,3	42,7	41,7
$\chi^2=5,2; p=0,267$				
Косвенная агрессия	Высокий	8,9	6,9	11,9
	Средний	73,3	73,3	78,6
	Низкий	17,8	19,8	9,5
$\chi^2=5,4; p=0,256$				
Раздражение	Высокий	13,7	29,8	39,3
	Средний	59,6	53,4	54,8
	Низкий	26,7	16,8	6,0
$\chi^2=25,5; p<0,001$				
Негативизм	Высокий	11,0	16,0	29,8
	Средний	47,9	48,9	45,2
	Низкий	41,1	35,1	25,0
$\chi^2=14,1; p=0,007$				
Обида	Высокий	5,5	16,0	8,3
	Средний	52,1	58,8	78,6
	Низкий	42,5	25,2	13,1
$\chi^2=28,2; p<0,001$				
Подозрительность	Высокий	17,1	30,5	33,3

Показатели	Уровень выраженности	Ступень обучения		
		I	II	III
	Средний	60,3	52,7	61,9
	Низкий	22,6	16,8	4,8
$\chi^2=17,6; p=0,001$				
Вербальная агрессия	Высокий	37,0	44,3	73,8
	Средний	49,3	45,0	25,0
	Низкий	13,7	10,7	1,2
$\chi^2=33,1; p<0,001$				
Чувство вины	Высокий	19,9	21,4	28,6
	Средний	67,8	61,1	59,5
	Низкий	12,3	17,6	11,9
$\chi^2=3,9; p=0,415$				
Агрессивность	Высокий	16,8	29,1	30,4
	Средний	68,2	67,4	64,2
	Низкий	15,0	3,5	5,4
$\chi^2=14,1; p=0,007$				
Враждебность	Высокий	4,7	18,6	22,5
	Средний	67,3	69,8	62,1
	Низкий	28,0	11,6	15,4
$\chi^2=20,0; p=0,001$				

I – начальное звено; II – среднее звено; III – старшее звено

На этом фоне у старшеклассников относительно данных учащихся начальных классов выявлено увеличение в 1,3 раза с $15,8 \pm 0,34$ ед. до $19,8 \pm 0,32$ ед. ($p < 0,001$) СО – эталонного индикатора психоэмоционального благополучия, который показывает, насколько выбор цветов тестируемого отклоняется от аутогенной нормы, характеризующей стандартный набор цветопредпочтений, соответствующий состоянию психологического равновесия. Количество обследуемых с высоким уровнем непродуктивной нервно-психической напряженности возросло с 59,1% среди начального до 83,3% среди старшего звена.

Таблица 3 – Распределение учащихся исследуемых групп в зависимости от уровня выраженности показателей психоэмоционального состояния (%)

Показатели	Уровень выраженности	Ступень обучения		
		I	II	III
Вегетативный коэффициент	Физиологическая норма	50,0	38,9	14,3
	Оптимальный вегетативный баланс	36,4	22,2	38,1
	Состояние избыточного скопления напряжения	13,6	38,9	47,6
$\chi^2=42,8; p<0,001$				
Суммарное	Состояние, характеризующее	18,2	-	7,1

отклонение от аутогенной нормы	высокой активностью и позитивным настроением			
	Физиологическая норма	22,7	40,4	9,5
	Высокий уровень нервно-психической напряженности	59,1	59,6	83,3
$\chi^2=57,1; p<0,001$				

I – начальное звено; II – среднее звено; III – старшее звено

В качестве маркеров стрессовой реакции у учащихся исследуемых групп оценены такие физиологические показатели как периферическая температура тела, мышечное напряжение, ЧСС и ЧДД (табл.4). Показано, что у старшеклассников в сравнении с данными учащихся начальных классов была снижена периферическая температура тела в 1,2 раза, увеличена электрическая активность мышц в 1,3 раза и ЧСС в 1,2 раза, что свидетельствовало о повышении нервно-психического напряжения у учащихся в возрастной динамике.

Таблица 4 – Физиологические показатели учащихся исследуемых групп

Показатели	Степень обучения			p*	p**	p***
	I	II	III			
Периферическая температура тела, С ⁰	32,9±0,08	32,4±0,10	27,8±0,27	<0,001	<0,001	<0,001
Электрическая активность мышц, В.	2796,8±123,10	2468,3±116,33	3595,9±155,88	0,529	<0,001	<0,001
Частота дыхательных движений, раз /мин.	10,1±0,31	10,4±0,34	10,8±0,58	0,514	0,288	0,552
Частота сердечных сокращений, уд. /мин.	86,5±0,60	94,0±0,73	99,8±0,81	<0,001	<0,001	0,001

*I – начальное звено; II – среднее звено; III – старшее звено; p≤0,05 – при сравнении данных учащихся: * – начального звена с данными среднего звена; ** – учащихся среднего звена с данными старшего звена; *** – начального звена с данными старшего звена.*

В целях коррекции психофизиологического состояния учащиеся были обучены технологии функционального биоуправления с использованием диафрагмального дыхания. По достижению у всех учащихся навыка диа-

фрагмального дыхания выявлено снижение мышечного напряжения в 1,5 раза с $5183,7 \pm 497,66$ В. до $3459,2 \pm 395,82$ В. ($p < 0,001$), пульса в 1,3 раза с $104,1 \pm 10,12$ уд./мин. до $78,4 \pm 7,67$ уд./мин. ($p < 0,001$), ЧДД в 1,2 раза с $10,7 \pm 0,56$ раз/мин. до $8,6 \pm 0,64$ раз/мин. ($p < 0,001$), что на фоне увеличения периферической температуры тела с $26,1 \pm 0,48$ C⁰ до $27,7 \pm 0,59$ C⁰ ($p < 0,001$) свидетельствовало о снижении психоэмоционального напряжения.

Стабилизация физиологических параметров организма учащихся сопровождалась снижением уровня тревожности в повседневной жизни с $22,6 \pm 1,11$ баллов до $19,0 \pm 1,16$ баллов ($p < 0,001$), в академической сфере с $24,1 \pm 0,78$ баллов до $18,3 \pm 0,77$ баллов ($p < 0,001$). Установлено незначительное снижение уровня НЭП у учащихся в повседневной жизни с $17,1 \pm 0,93$ баллов до $16,1 \pm 0,90$ баллов ($p = 0,444$), и статистически значимое его снижение в учебной деятельности с $10,7 \pm 0,56$ баллов до $8,4 \pm 0,47$ баллов ($p = 0,003$).

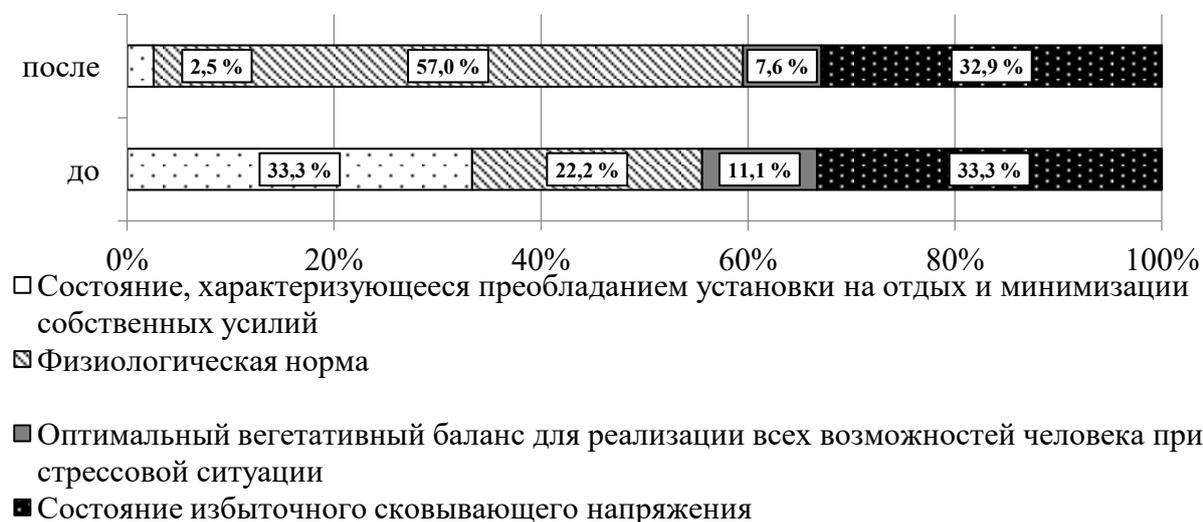


Рисунок 1 – Распределение учащихся в зависимости от соответствия норме вегетативного коэффициента (%)

Показано, что по достижении навыка диафрагмального дыхания ВК у учащихся увеличился с $0,9 \pm 0,05$ ед. до $1,2 \pm 0,12$ ед. ($p < 0,001$), при этом число обследуемых, имеющих состояние истощенности снизилось в 13,3 раза, а доля учащихся, состояние которых характеризовалось как физиологическая норма, напротив, увеличилась в 2,6 раза (рис.1). Показатель СО у учащихся снизился с $18,8 \pm 0,79$ ед. до $17,8 \pm 0,89$ ($p < 0,001$), причем после формирования навыка диафрагмального дыхания число учащихся с высоким уровнем нервно-психического напряжения снизилось в 1,5 раза (Рис.2).



Рисунок 2 – Распределение учащихся в зависимости от соответствия суммарного отклонения аутогенной норме (%)

1. Установлено, что с увеличением уровня нервно-психического напряжения в 1,3 раза у учащихся от начального к старшему звену регистрировалось повышение тревожности в 1,2 раза в повседневной и учебной сферах, враждебности в 1,3 раза и агрессивности в 1,2 раза, увеличение удельного веса числа учащихся с высоким уровнем непродуктивного нервно-психического напряжения в 1,4 раза и с состоянием избыточного сковывающего напряжения в 3,5 раза, на фоне снижения периферической температуры тела в 1,2 раза, увеличения мышечного напряжения в 1,3 раза и пульса в 1,2 раза.

2. Показано, что использование технологии функционального биоуправления методом диафрагмального дыхания способствовало снижению тревожности на 15,9% в повседневной жизни, на 24,1% в академической сфере и негативных эмоциональных переживаний в учебной деятельности на 21,5%, нормализации физиологических маркеров стресса, формированию оптимального вегетативного баланса и состояния психофизиологического благополучия у каждого второго учащегося после освоения навыка диафрагмального дыхания.

3. Доказана эффективность применения методов донозологической диагностики и коррекции стресса, что позволяет рекомендовать их для внедрения и использования на базе общеобразовательных организаций.

Библиографический список

1. Казымова Г.С. Факторы, вызывающие стресс у школьников и методы его устранения // *International Journal of Medicine and Psychology*. – 2023. – №6 (8). – С. 188-191.
2. Кочетова Ю.Ю., Старчикова М.В., Бендрикова А.Ю. и др. Оценка значимости факторов стресса, нерационального питания и низкой физической активности для здоровья школьников // *Science for Education Today*. – 2020. – №10 (5). – С. 211-225.

3. Сетко Н.П., Жданова О.М., Лукьянов С.Э. и др. К вопросу формирования тревожности среди учащихся начального звена и её профилактики в условиях современного образовательного процесса // Оренбургский медицинский вестник. – 2024. – №12 (1). – С. 56-62.

4. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Жданова О.М. и др. Особенности социально-психологической адаптации учащихся различных типов общеобразовательных учреждений // Оренбургский медицинский вестник. – 2021. – №9 (1). – С. 66-70.

5. Барг А.О., Кобякова О.А., Лебедева-Несевря Н.А. Оценка связи тревожности и заболеваемости у учащихся среднего и старшего возраста // Гигиена и санитария. – 2020. – №99 (8). – С. 829-833.

Сведения об авторах.

Сетко Нина Павловна – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой профилактической медицины; K_epidem.fpdo@orgma.ru, SPIN-код: 3601-9038, AuthorID: 625883; Orcid: 0000-0002-8073-0614.

Сетко Андрей Геннадьевич – д.м.н., профессор, зав. отделом гигиены питания ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; e-mail: a_isetko@mail.ru, SPIN-код: 1396-8482, AuthorID: 612099; Orcid: 0000-0002-6887-6776.

Жданова Олеся Михайловна – ассистент кафедры профилактической медицины; Robokors@yandex.ru, SPIN-код: 3353-8275, AuthorID: 1141371; Orcid: 0000-0003-4694-0674.

Лукьянов Сергей Эдуардович – аспирант кафедры профилактической медицины; s_luk_10@mail.ru, SPIN-код: 3837-0141, AuthorID: 1120044; Orcid: 0000-0003-3369-2886.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПИЩЕВОГО СТАТУСА КАК ПОКАЗАТЕЛЯ АДЕКВАТНОСТИ ПИТАНИЯ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Сетко А.Г., Немова О.А., Батенев Н.А.

ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи

В статье рассмотрена проблема роста алиментарно-зависимых заболеваний в России. В 2022 году число больных ожирением выросло, наиболее высокие показатели зафиксированы в Сибирском, Северо-Западном и Уральском федеральных округах. Данная проблема затрагивает в том числе и детей. Для борьбы с этим утверждены комплекс мер по борьбе с детским ожирением. Важной задачей остается совершенствование системы мониторинга питания, что позволит эффективнее управлять рисками и улучшать санитарно-эпидемиологическую обстановку в стране.

Ключевые слова: гигиена питания, социально-гигиенический мониторинг, пищевой статус, ожирение, профилактика

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING NUTRITIONAL STATUS AS AN INDICATOR OF NUTRITION ADEQUACY IN THE SYSTEM OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING

Setko A.G., Nemova O.A., Batenev N.A.

*Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of
Rosпотребнадзор, Mytishchi*

The article examines the problem of the growth of alimentary-related diseases in Russia. In 2022, the number of obese patients increased, the highest rates were recorded in the Siberian, Northwestern and Ural Federal Districts. This problem also affects children. To combat this, a set of measures to combat childhood obesity has been approved. An important task remains to improve the nutrition monitoring system, which will allow for more effective risk management and improve the sanitary and epidemiological situation in the country.

Keywords: nutrition hygiene, social and hygienic monitoring, nutritional status, obesity, prevention

Рост распространенности алиментарно-зависимых заболеваний, оказывающих негативное влияние на качество жизни и ее продолжительность, становится все более глобальной проблемой. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 1,6 миллиарда взрослых людей по всему миру сталкиваются с заболеваниями, обусловленными несбалансированным питанием, тогда как в Российской Федерации у каждого пятого ребенка диагностируется избыточная масса тела. Несмотря на очевидную роль полноценного питания в поддержании адаптационных возможностей организма и сохранении его жизнедеятельности, в практике отечественного здравоохранения данный аспект до сих пор не получил должного внимания. Усиление учебных нагрузок, интенсификация образовательного про-

цесса, изменение образа жизни и влияние постоянного стресса в совокупности с недостаточной коррекцией пищевого поведения способствуют снижению функциональных резервов организма, что приводит к росту общей заболеваемости среди детей и подростков. В настоящее время питание не рассматривается в полной мере как действенный инструмент оздоровления, отсутствует унифицированный подход к его организации, а анализ домашнего рациона остается вне зоны пристального изучения.

В связи с вышеизложенным, государственные программы большинства развитых стран, включая Российскую Федерацию, включают в себя мероприятия, направленные на устранение проблем, связанных с питанием населения. Однако полноценная реализация этих инициатив осложняется отсутствием современных методов комплексного скрининга, позволяющих оценивать не только фактическое питание, но и его влияние на ключевые показатели здоровья. В данной связи особую актуальность приобретает разработка и внедрение компьютеризированных диагностических систем, а также интеграция передовых информационных технологий в систему контроля состояния питания и здоровья населения.

В 2022 г. в России по данным «Центрального научно-исследовательского института организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации число пациентов с ожирением в 2022 году составило 1 618 223 человека (1387,1 на 100 000), что на 10,9% больше, чем в 2021 году. Наибольшая распространенность ожирения отмечена в Сибирском (2179,7 на 100 000), Северо-Западном (1763,6) и Уральском (1727,5) федеральных округах. Проблема затрагивает и детей: среди подростков 15-17 лет показатель вырос до 892,9 на 100 000.

Согласно статистическим данным за период с 2020 по 2023 год, в РФ сложилась определенная тенденция в питании населения: потребление хлеба и хлебобулочных изделий снизилось во всех федеральных округах, за исключением Дальневосточного, где оно увеличилось на 1,6%, отмечается сокращение потребления картофеля в большинстве округов, особенно в Северо-Западном, где снижение составило 16,7%. Однако, потребление мяса и мясных продуктов наоборот возросло во всех округах, за исключением Дальневосточного, где оно уменьшилось на 13,6%.

Кроме того, в большинстве федеральных округов отмечено снижение потребления растительного масла, в то время как на Дальнем Востоке этот показатель увеличился на 0,8%. Это, в свою очередь, приводит к дефициту потребления продуктов с высокой биологической ценностью, таких как молоко и молочные изделия, яйца, а также овощи, свежие фрукты и ягоды, которые являются важными источниками витаминов и минералов. Наблюдается также дефицит потребления хлеба, который является важным источником легкоусвояемого растительного белка и витаминов, а растительное масло, необходимое для поступления моно- и полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, фитостероидов и витаминов, также упот-

ребляется в недостаточных количествах. На фоне этих изменений возникает проблема избыточного потребления добавленного сахара [1].

Согласно Постановлению Правительства РФ №60 от 02.02.2006 г. «Об утверждении положения о ведении социально-гигиенического мониторинга», Роспотребнадзор осуществляет контроль за состоянием здоровья населения и окружающей среды, анализирует причинно-следственные связи и разрабатывает меры, направленные на устранение неблагоприятных факторов, оказывающих влияние на организм человека. В рамках реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора одной из ключевых задач является изучение воздействия пищевого фактора на здоровье населения в комплексе с иными детерминантами. В данном контексте необходимо создание научно обоснованных информационных критериев, обеспечивающих возможность анализа особенностей питания на всей территории Российской Федерации с учетом климатогеографических, этнических и других факторов [2]. В данном контексте необходима разработка научно обоснованных информационных критериев, позволяющих оценивать воздействие фактора питания на всей территории РФ, учитывая климатогеографические, этнические и другие особенности питания населения. На текущий момент система социально-гигиенического мониторинга ориентирована преимущественно на учет заболеваемости, обусловленной дефицитом микронутриентов, а также на контроль показателей безопасности продовольственной продукции, что не позволяет в полной мере выявлять причинно-следственные связи между пищевыми привычками населения и состоянием их здоровья. Между тем разработка эффективных профилактических мер невозможна без точного определения причин и условий возникновения неинфекционных заболеваний, что позволит органам государственной власти формировать обоснованные стратегии по минимизации их распространения.

Существенное значение в рамках совершенствования системы мониторинга имеет разработка показателей, позволяющих объективно оценивать пищевой статус населения на региональном уровне. Среди них особую роль играют антропометрические характеристики (масса тела, рост, окружность грудной клетки, толщина кожной складки, индекс массы тела и др.), биохимические маркеры состояния белкового, липидного и углеводного обмена, а также данные биоимпедансометрии и другие физиологические параметры. При этом нормативы Всемирной организации здравоохранения, используемые в качестве эталона при оценке индекса массы тела, требуют адаптации с учетом специфики российской популяции, поскольку их безусловное применение может приводить к искажению реальной картины распространенности избыточной массы тела и ожирения среди различных социальных и этнических групп.

В исследованиях, проведенных ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора установлено, что среди обследованных от 29,9% до 61,2% обучающихся имели оптимальный пищевой статус, который зависел

от возраста детей, и места проживания. При этом оптимальный пищевой статус зафиксирован у 57,6% сельских и у 41,7% городских детей в возрасте 7-11 лет; в возрасте 12-14 лет – у 61,2% сельских и у 29,9% городских детей; в возрасте 15-17 лет – у 56,4% сельских и у 33,7% городских, соответственно. Наибольшее число детей с избыточным пищевым статусом выявлено среди обследованных в возрасте 7-11 лет – 40,7%; в 12-14 лет – 39,6%; в 15-17 лет – 38,6%.

Результаты анализа биоимпедансного исследования компонентного состава тела детей и подростков с различным пищевым статусом показали, что у детей с избыточной массой тела у каждого третьего выявлен избыток жировой массы тела, у 24,5% – низкие значения активной клеточной массы; у 49% – повышенное содержание внеклеточной жидкости.

В соответствии с этим, необходима разработка методологии сбора и анализа показателей, характеризующих пищевой статус населения, таких как масса тела, рост, индекс массы тела, в рамках системы социально-гигиенического мониторинга, проводимого территориальными органами и организациями Роспотребнадзора. На основании сформированных баз данных по показателям пищевого статуса в дальнейшем возможны региональные нормативные значения в разрезе возрастно-половой дифференциации, которые будут учитывать природно-климатические и социально-экономические особенности регионов.

Всё вышеизложенное, включая необходимость совершенствования системы оценки здоровья и питания различных категорий населения России, а также повышение нутриентной обеспеченности, является ключевым направлением в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия. Важным шагом в этом направлении стало утверждение Комплекса мер по борьбе с ожирением у детей до 18 лет, принятого Правительством РФ 1 декабря 2023 года (№ 18824-П12-ТГ), а также поручение Президента РФ от 18 апреля 2024 года (№ Пр-755). Эти инициативы направлены на улучшение системы социально-гигиенического мониторинга и управление рисками в области здравоохранения, что, в свою очередь, позволит более эффективно бороться с растущими проблемами ожирения и других алиментарно-зависимых заболеваний среди детей и подростков в стране.

Библиографический список

1. Сетко, А. Г. Методические подходы к оценке пищевого статуса как показателя адекватности питания и организации управленческих решений для профилактики алиментарно-зависимых патологий в системе социально-гигиенического мониторинга / А. Г. Сетко, О. Н. Юскина // Эрисмановские чтения - 2024. Новое в нутрициологии и гигиене питания для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения : Материалы II Всероссийского научного конгресса с международным участием, Мытищи, 21–22 ноября 2024 года. – Мытищи: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2024. – С. 100-102. – EDN GXXQUR.

2. Попова А.Ю. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора / А.Ю.

Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.01

Сведения об авторах.

Сетко Андрей Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены питания ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: Setko.ag@fncg.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6887-6776>, SPIN-код: 8059-0140, AuthorID: 612099.

Немова Ольга Александровна – младший научный сотрудник отдела гигиены питания ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: Nemova.oa@fncg.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8663-8475>, SPIN-код: 2768-8052, AuthorID: 1180132.

Батенев Никита Александрович - младший научный сотрудник отдела гигиены питания ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: Batenev.na@fncg.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6704-6490>, SPIN-код: 4305-8198, AuthorID: 1179246.

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПИТАНИЯ ГОРНОРАБОЧИХ НА РАЗВИТИЕ АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Сетко А.Г., Русаков В.Н.

ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, г. Мытищи

Статья посвящена анализу взаимосвязи особенностей питания горнорабочих Крайнего Севера и развития алиментарно-зависимых заболеваний (АЗЗ). Рассмотрены климатогеографические факторы, структурные дисбалансы рациона, а также риски, связанные с дефицитом микронутриентов и избытком углеводно-жировых компонентов. На основе данных исследований 2017–2024 гг. обоснована необходимость коррекции питания через внедрение специализированных продуктов, включающих функциональные ингредиенты. Предложены конкретные составы таких продуктов, направленные на профилактику метаболического синдрома, сердечно-сосудистых патологий и иммунодефицитов.

Ключевые слова: горнорабочие, Крайний Север, алиментарно-зависимые заболевания, специализированные продукты, коррекция питания, микронутриенты.

THE IMPACT OF THE NUTRITIONAL FEATURES ON THE DEVELOPMENT OF ALIMENTARY-DEPENDENT DISEASES IN THE FAR NORTH

Setko A.G., Rusakov V.N.

FBUN 'FNCG named after F.F. Erisman »Rosпотrebnadzor, Mytishchi

The article is devoted to the analysis of the relationship between the nutritional characteristics of the mining of the Far North and the development of alimentary-dependent diseases (AZZ). Climatogeographic factors, structural diet imbalances, as well as risks associated with a deficiency of micronutrients and excess carbohydrate-fat components, are considered. Based on research data, 2017–2024. The need to correction of food through the introduction of specialized products, including functional ingredients, is justified. The specific compounds of such products are proposed aimed at preventing metabolic syndrome, cardiovascular pathologies and immunodeficiency.

Keywords: mining, extreme north, alimentary-dependent diseases, specialized products, food correction, micronutrients.

Введение. Крайний Север Российской Федерации, занимающий 70% территории страны, является ключевым регионом добычи полезных ископаемых. Однако экстремальные климатические условия — низкие температуры (до -70°C), гипоксия, полярная ночь - создают повышенные риски для здоровья работников горнодобывающей отрасли [1]. У 57% горнорабочих Ханты-Мансийского АО диагностирован метаболический синдром (МС), включающий ожирение, дислипидемию и гипергликемию, что напрямую связано с дисбалансами питания [2].

Рацион пришлого населения Севера характеризуется избытком простых углеводов (сахар - +44% от нормы) и насыщенных жиров при дефиците овощей (49% от нормы), фруктов (73%) и витаминов 112. Усугубляющим фактором выступает контаминация продуктов тяжелыми металлами (ртуть, свинец) и радионуклидами (стронций-90), накапливающимися в рыбе и мясе оленей [3].

Цель работы - систематизировать данные о влиянии питания на развитие АЗЗ у горнорабочих и предложить стратегии их коррекции через специализированные продукты.

Материалы и методы. Проведен поиск литературных данных по проблематике с использованием репозитариев Cyberleninka, E-library, PubMed.

Результаты и обсуждение. Экстремальный климат Крайнего Севера формирует «полярный метаболический тип», характеризующийся повышенными энергозатратами (+15–25% к норме) и смещением баланса нутриентов в сторону жиров (до 35% рациона) и белков (15%) 16. У горнорабочих, занятых тяжелым физическим трудом, суточная потребность в энергии достигает 4200 ккал для мужчин и 3500 ккал для женщин, что требует увеличения доли высококалорийных продуктов [3].

Однако традиционный рацион, основанный на консервах, полуфабрикатах и углеводистой пище, не соответствует физиологическим потребностям. Например, в Норильском промышленном регионе у 80% работников выявлен дефицит витамина С и кальция, что связано с отсутствием свежих овощей и молочных продуктов [4].

Анализ питания горнорабочих в Арктической зоне РФ выявил следующие структурные дисбалансы рациона:

1. Избыток:
 - Насыщенные жиры (36% рациона против рекомендованных 30%);
 - Сахар и кондитерские изделия (до 168% от нормы в Архангельской области);
 - Холестерин (600–700 мг/сут при норме 300 мг).

2. Дефицит:

- Овощи и фрукты (менее 50% от нормы);
- Витамины А, С, группы В;
- Микроэлементы: селен, фтор, кальций.

Такие дисбалансы провоцируют развитие:

- Ожирения (30% работников);
- Артериальной гипертензии (превышение нормы на 22,7% у лиц со стажем работы >10 лет);
- Иммунодефицитов из-за недостатка селена и витамина С 312.

У горнорабочих Крайнего Севера доминируют следующие АЗЗ:

1. Метаболический синдром. Гипергликемия и инсулинорезистентность связаны с избытком простых углеводов и дефицитом пищевых волокон. В Ямало-Ненецком АО у 25% работников выявлено превышение уровня глюкозы натощак [5].

2. Сердечно-сосудистые заболевания. липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) на фоне избытка холестерина повышает риск атеросклероза.

3. Остеопороз и кариес. Низкое потребление кальция (33,6% от нормы в Красноярском крае) и фтора в питьевой воде способствуют деминерализации костей и зубов [1].

Для коррекции рациона горнорабочих предложены специализированные продукты, адаптированные к условиям Севера:

1. Сублимированные смеси с повышенной нутритивной плотностью:

- Белковый компонент: изолят сывороточного белка (20 г/порция), гидролизат коллагена (5 г) — для компенсации дефицита (усвояемость >90%);

- Жиры: Омега-3 ПНЖК из рыбьего жира (1,5 г), масло криля — обладает противовоспалительным эффектом;

- Углеводы: медленные (инулин, овсяные β -глиуканы) — для стабилизации гликемии;

- Микронутриенты: витамин С (200 мг), D3 (15 мкг), селен (70 мкг), кальций (500 мг) — профилактика иммунодефицита и остеопороза.

2. Обогащенные хлебобулочные изделия:

- Мука с добавкой топинамбура (источник инулина);

- Льняное семя (Омега-3);

- Витаминно-минеральный премикс (В1, В2, железо).

3. Функциональные напитки:

- Напитки на основе местных ягод (морозика, брусника) с добавлением элеутерококка и родиолы розовой — адаптогены для снижения стрессовой нагрузки.

Для оптимизации питания горнорабочих с целью профилактики АЗЗ необходима разработка региональных стандартов питания с учетом профессиональных групп (например, для проходчиков - увеличение калорийности до 4250 ккал/сут). Для сохранения нутриентов при транспортировке перспективным является использование сублимационной сушки (срок хранения — до 5 лет). Необходимым является разработка и внедрение образовательных программ по профилактике АЗЗ, включая обучение принципам выбора специализированных продуктов питания.

Заключение. Питание горнорабочих Крайнего Севера требует urgent-коррекции для снижения рисков алиментарно-зависимых заболеваний. Внедрение специализированных продуктов, обогащенных микронутриентами и адаптогенами, позволит компенсировать дефициты рациона и минимизировать последствия экстремальных условий. Приоритетными направлениями являются стандартизация питания, развитие местной сырьевой базы и внедрение инновационных технологий сублимации.

Библиографический список

1. Истомин А.В. и др. Гигиенические проблемы сохранения здоровья населения в экстремальных условиях Севера // Вестник РАМН. 2005. №3. С. 19–23. URL: 5

2. Батурин А.К. и др. Изучение питания населения Арктической зоны России // Вопросы питания. 2017. Т.86, №5. С. 11–16. URL: 5
3. Николаенко М.В. Метаболический синдром у коренных народов Севера // Человек. Спорт. Медицина. 2009. URL: 2
4. Истомин А.В. Концепция здорового питания для Севера // Санитарный врач. 2006. №4. С. 40–41. URL: 5
5. Климова Т.М. Трансформация питания в Якутии // Вопросы питания. 2015. Т.84. С. 117. URL: 5

Сведения об авторах.

Русаков Владимир Николаевич, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела гигиены питания ФБУН "ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана" Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: vladrus2005@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9514-9921>. SPIN-код: 8614-0030. Authorid=423918

Сетко Андрей Геннадьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены питания ФБУН "ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана" Роспотребнадзора, Мытищи. E-mail: Setko.ag@fncg.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6887-6776>. SPIN-код: 8059-0140. Authorid=612099

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сорокина А.В., Новикова И.И., Романенко С.П.

*ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

В статье представлены результаты анкетирования по вопросам организации питания детей школьного возраста Сибирского федерального округа (СФО) РФ, проведенное в рамках реализации Национального проекта «Демография» в 2023-2024 учебном году в сравнении с данными по Российской Федерации. В анкетировании участвовали руководители 549 общеобразовательных организаций 10 регионов СФО и 31029 обучающихся и их родителей (законных представителей) Сибирского федерального округа. Выявлены позитивные изменения, произошедшие за 2023-2024 учебный год в организации питания обучающихся, характеризующиеся увеличением числа охвата школьников всех возрастных групп горячим питанием, улучшением качества блюд основного меню и режима питания, более высоким уровнем организации питания обучающихся с заболеваниями, требующими индивидуального подхода. Определены проблемы, характерные для отдельных регионов и округа в целом, требующие коррекции. Учет полученных результатов при разработке программ по улучшению организации питания детей школьного возраста будет являться основой обучению принципам здорового питания и мер профилактики нарушений здоровья.

Ключевые слова: дети, подростки, здоровое питание, организованное питание, профилактика

CHARACTERISTICS OF NUTRITION OF SCHOOL-AGED CHILDREN OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF THE RUSSIAN FEDERATION

Sorokina A.V., Novikova I.I., Romanenko S.P.

*Federal Budgetary Institution of Science "Novosibirsk Research
Institute of Hygiene" of Rosпотребнадзор, Novosibirsk*

The article presents the results of a survey on the organization of meals for school-age children in the Siberian Federal District (SFD) of the Russian Federation, conducted as part of the National Project "Demography" in the 2023-2024 academic year in comparison with data for the Russian Federation. The survey involved the heads of 549 general education organizations in 10 regions of the Siberian Federal District and 31,029 students and their parents (legal representatives) of the Siberian Federal District. Positive changes that occurred in the 2023-2024 academic year in the organization of meals for students were identified, characterized by an increase in the number of schoolchildren of all age groups covered by hot meals, an improvement in the quality of main menu dishes and diet, and a higher level of organization of meals for students with diseases that require an individual approach. Problems specific to individual regions and the district as a whole that require correction were identified. Taking into account the obtained results when developing programs to improve the organization of meals

for school-age children will be the basis for teaching the principles of healthy eating and measures to prevent health problems.

Keywords: children, teenagers, healthy eating, organized nutrition, prevention.

Рациональное и сбалансированное питание школьников является одним из ведущих факторов, способствующих формированию здорового подрастающего поколения. Совершенствование организации питания в общеобразовательных организациях является одним из важнейших направлений научных исследований, направленных на комплексную модернизацию системы питания в школах [1]. Реализация проекта по развитию школьного питания привела к улучшению основных показателей практически во всех регионах страны, участвующих в проекте [2-5]. Проведившееся в рамках национального проекта «Демография»²⁶ изучение организации питания обучающихся как в общеобразовательных организациях, так и домашних условиях, показывает, что организованное питание школьников по большинству критериев соответствует принципам здорового питания [6-9]. Однако, отдельные аспекты, особенно касающиеся организации питания обучающихся средней и старшей возрастных групп, а также питание в семье, требуют дальнейшего изучения и совершенствования подходов к разработке рекомендаций, которые будут способствовать профилактике нарушений здоровья [10].

Исследования, проводимые в различных регионах страны свидетельствуют, что при организации питания детей и подростков необходим учет региональных особенностей, обусловленных как климатогеографическими, так и национальными особенностями [11-15].

Целью данного исследования является изучение особенностей питания детей школьного возраста одного из федеральных округов Российской Федерации.

В статье представлены результаты анализа анкетных данных по вопросам, характеризующим образ жизни и питание детей в Сибирском федеральном округе (СФО) РФ в сравнении со средними общероссийскими показателями. Опрос проводился среди двух групп респондентов: руководителей общеобразовательных организаций и обучающихся и их родителей (законных представителей). В 2024 году было проведено анкетирование в 85 субъектах 10-ти федеральных округов. В опросе приняли участие 4476 директоров по РФ и 549 – по СФО, а также 254 818 обучающихся и их родителей (законных представителей), в том числе 88 437 обучающиеся 2-х классов, 88713 человек - 5-х классов и 71998 человек - 10-х классов в целом по РФ и 31029 обучающихся и их родителей (законных представителей) – по Сибирскому федеральному округу (10418 человек 2-х классов, 10297 человек - 5-х классов и 9757 человек - 10-х классов в 549 общеобразовательных организациях). Опрос осуществлялся в соответствии с МР

²⁶ Паспорт национального проекта «Демография» Утвержден Советом при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам. (протокол от 24 декабря 2018 г. N 16). <https://storage.strategy24.ru/files/project/201912/75b8f0ac116c6c1d21575a7d7a6ee5c1.pdf>

2.3.0340-24 «Подготовка и проведение мониторинга обучающихся общеобразовательных организаций» . Статистический анализ осуществлялся с использованием методов описательной статистики, с применением программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05.

При анализе результатов анкетирования директоров общеобразовательных организаций установлено, что в 2023-2024 учебном году охват организованным горячим питанием обучающихся общеобразовательных организаций Сибирского федерального округа составил 86,3%, что несколько выше, чем по РФ (82,3%), в основном за счет более высоких показателей по группам «5-9 класс» (77,0% в СФО и 70,8% - в РФ) и «10—11 класс» (70,8% по СФО и 65,9% - по РФ). В Алтайском крае и Томской области эти показатели превышают средние по СФО и РФ и составляют более 93,0%, в Республике Хакасия – 92,7%. В этих республиках более высокие показатели охвата горячим питанием характерны и для обучающихся среднего и старшего звена. Самый низкий уровень охвата горячим питанием выявлен в Республике Тыва (63,2%) при крайне низком уровне охвата обучающихся группы «5-9 класс» и «10-11 класс» (соответственно, 35,5 и 29,1%%).

Показатель охвата детей двухразовым горячим питанием составил 6,5%, в том числе по группе «1-4 класс» - 7,6%, «5-9 класс» - 6,0%, «10-11 класс» -3,2%, что существенно ниже среднероссийских показателей, составляющих 16,3% (по группе «1-4 класс» - 21,8%, «5-9 класс» - 12,6% и «10-11 класс» - 10,6%). При этом в Красноярском крае обеспеченность двухразовым питанием наиболее высокая (18,1%), а существенно более низкий уровень обеспеченности обучающихся двухразовым питанием наблюдается в Республике Тыва и Алтайском крае (1,4% и 2,9%).

Анализ данных анкетирования, выявил позитивные изменения в организации питания по сравнению с предыдущим учебным годом. Так, удельный вес общеобразовательных организаций, в которых улучшился ассортимент блюд составил 67,0%, на улучшение качества блюд указали 58,5% опрошенных, 39,7% отметили улучшение условий приема пищи, 27,7% - улучшение режима питания. Выявлен рост удельного веса общеобразовательных организаций с повышением охвата питанием в группе «5-9 класс» (45,3%) и «10-11 класс» (38,1%). Эти показатели не имеют существенных различий со средними данными по Российской Федерации.

Анализ по отдельным регионам СФО показал, что наиболее существенные улучшения по изменению ассортимента блюд отмечались в Республике Алтай (80,8%), Кемеровской области (75,5%) и Алтайском крае (73,1%). В Республиках Алтай, Тыва и Хакасия в большем количестве общеобразовательных организаций выявлено улучшение условий приема пищи для обучающихся (соответственно 69,2%, 66,7% и 66,0%). Наиболее высокие показатели увеличения охвата горячим питанием обучающихся

группы «5-9 класс» (67,9%) и «10-11 класс» (54,1%) наблюдались в Кемеровской области.

На уровне общероссийских были такие показатели как удельный вес школ, работающих по единому меню (73,6% - в СФО и 74,5% - в РФ), а также частота включения в цикличное меню отдельных блюд и продуктов (таблица).

Таблица – Частота включения в цикличное меню в 2023-24 учебном году отдельных блюд и продуктов (количество раз за 10 дней)

Территории	Частота выдачи за 10 дней					
	Завтраки			Обеды		
	Овощи	Фрукты	Мясо/рыба	Овощи	Фрукты	Мясо/рыба
СФО	2,4	4,6	3,7	4,1	2,4	6,1
Средний по РФ	2,7	3,8	3,6	5,2	2,2	6,9

Следует отметить, что как в среднем по РФ, так и СФО в меню завтраков мене 3-х раз за 10 дней присутствовали овощи, а в меню обедов – фрукты. При этом в регионах проблема недостаточной кратности выдачи овощей наблюдалась в Кемеровской области и Алтайском крае (0,7 раза), а фруктов – в Алтайском крае (0,7 раза) и Республике Хакасия (0,8 раза).

В последнее время особое внимание уделяется вопросу организации питания детей с заболеваниями, требующими индивидуального подхода. В Сибирском федеральном округе организовано питание в школьных столовых для большинства детей с заболеваниями муковисцидозом, более чем для половины детей с пищевой аллергией и сахарным диабетом, которые питаются в школе по специально разработанным меню (рис. 1)

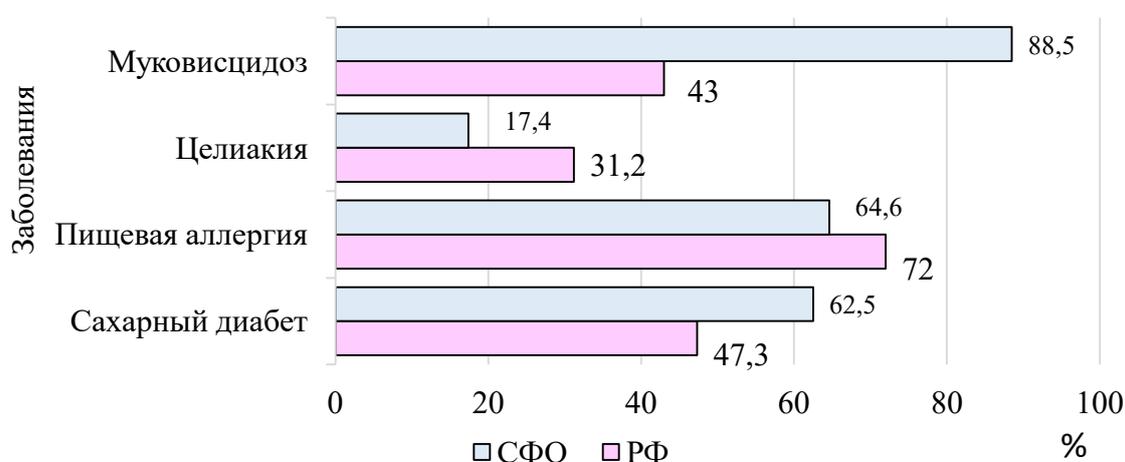
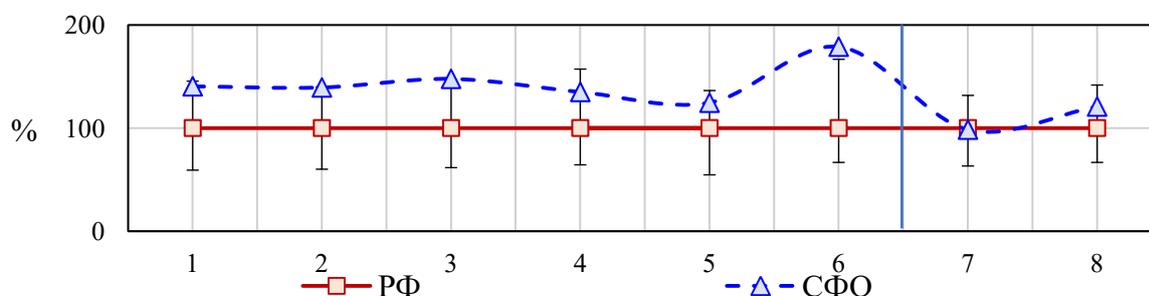


Рисунок 1 - Показатели охвата организованным горячим питанием детей с заболеваниями, требующими индивидуального подхода (в %)

В ассортименте продуктов и блюд, предлагаемых в меню дополнительного питания в школах СФО, чаще по сравнению с данными по Российской Федерации в целом, встречаются продукты и блюда, являющиеся источниками полноценного белка, витаминов, минеральных веществ и клетчатки, при практически одинаковом уровне выпечных и кондитерских изделий (рисунок 2).



1 – каши и гарниры; 2 – мясные (или рыбные) блюда; 3 – первые блюда; 4 – овощи; 5 – молочные продукты; 6 – фрукты; 7 – выпечные изделия; 8 – кондитерские изделия

Рисунок 2 – Персентиль-профиль²⁷ ассортимента продуктов и блюд, предлагаемых в меню дополнительного питания в общеобразовательных организациях СФО в сравнении со средними показателями Российской Федерации

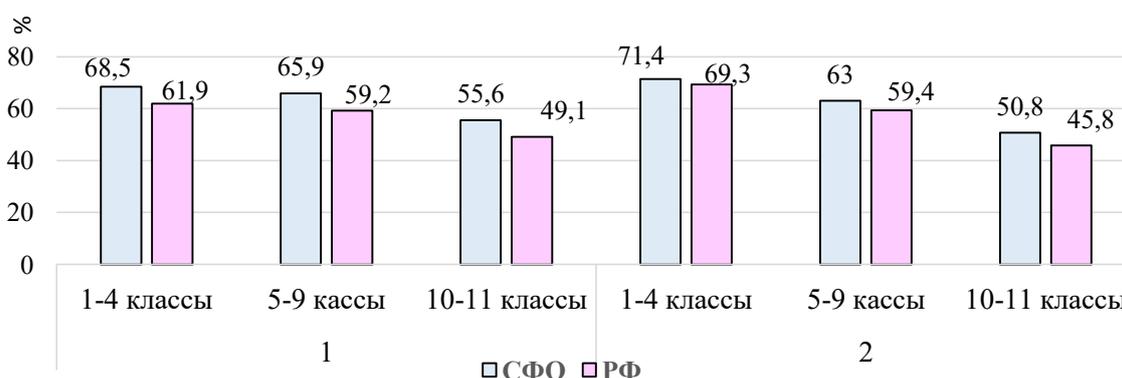
Установлено, что в округе выше удельный вес школ, в которых витаминами и микроэлементами обогащаются блюда (93,1% в СФО против 87,8 – в РФ) и продукты (соответственно 89,9 против 87,3%) основного меню, что способствует обеспечению физиологической потребности в данных веществах с учетом эндемики округа.

В округе на регулярной основе проводятся мероприятия родительского контроля за питанием во всех возрастных группах, что в значительной степени способствует обеспечению здорового питания школьников. При проведении родительского контроля с расчетом индекса несъедаемости удельный вес школ с высоким индексом (более 10,0%) составил по группе «1-4 класс» 16,4%, «5-9 класс» - 6,5%, «10-11 класс» - 5,2%, что несколько ниже, чем в среднем по РФ (соответственно 17,1%, 8,7%, 6,4%). В регионах округа высокий индекс несъедаемости чаще выявлялся в группе «1- 4 класс» школ Томской области и Республики Хакасии (более, чем в 25,0%) и школ Красноярского края и Кемеровской области (более, чем в 20,0%). В группах школьников «5-9 класс» и «10-11 класс» высокий индекс

²⁷ Персентиль - профиль показывает значения по оцениваемым аргументам в субъекте РФ в сравнении со средними значениями по всем территориям РФ и Федерального округа

несъедаемости отмечался более чем в 10,0% образовательных организаций Красноярского края, Томской области и Республики Хакасия.

В Сибирском федеральном округе отмечались более высокие показатели участия общеобразовательных организаций в реализации образовательных и санитарно-просветительских программ, направленных на формирование навыков потребности в здоровом питании, однако показатели реализации образовательных программ среди обучающихся в старших классах являются крайне низкими (рис. 3).



1 -Основы здорового питания (Роспотребнадзор); 2 - Разговор о правильном питании (Министерство просвещения)

Рисунок 3 - Участие общеобразовательных организаций в реализации образовательных и санитарно-просветительских программ по вопросам здорового питания

Проведен анализ результатов анкетирования второй группы респондентов, в которую входили обучающиеся и их родители (официальные представители).

Оценка режимных моментов показала, что, что большинство респондентов в Сибирском федеральном округе обучаются в первую смену, однако их доля по сравнению со средними показателями по РФ несколько ниже (82,9% против 90,2%). Около 60,0% учащихся находятся в школе ежедневно более 6 часов. При этом группу продленного дня в СФО посещают 9,0%, что вдвое меньше, чем в целом по РФ (18,5%). Различий в количестве детей, посещающих дополнительные занятия и спортивные секции не выявлено (40,7 и 41,4%% соответственно).

Удовлетворены условиями для приема пищи в столовых общеобразовательных организаций 83,2% (по РФ -85,5%), 75,0% удовлетворены объемом порций, 76,1% -продолжительностью перемен для приема пищи, что существенно не различается с данными по РФ. Среди причин, по которым дети не питаются в школьных столовых, 26,6% называют недостаточное качество, 4,8% - состояние здоровья. Эти показатели находятся на уровне среднероссийских. 10,5% опрошенных причиной отказа от питания в столовых называют высокую цену, что подтверждается данными, полученными при опросе директоров школ, указывающих на превышение стоимости

обедов и завтраков в школах СФО почти вдвое по сравнению с среднероссийскими данными. Анализ данных по ассортименту продуктов и блюд дополнительного питания свидетельствует, что в округе обучающимся чаще по сравнению со средними показателями по РФ предлагаются первые блюда, гарниры и основные блюда. В то же время выбор продуктов и блюд с содержанием добавленного сахара, выпечных и кондитерских изделий остается близким к уровню средних по РФ. Не отмечалось существенных различий в показателях выбора продуктов и блюд, содержащих критически значимые нутриенты.

На вопрос, касающийся необходимости улучшения питания в образовательных организациях более половины опрошенных независимо от возрастных групп, ответили положительно. Среди предложений респондентов по улучшению организации питания ведущие места занимают: введение меню по выбору (39,0%); введение для старшеклассников питания по типу «шведского стола» (29,6%); предоставление горячих блюд в дополнительном питании (25,2%); увеличение продолжительности работы столовой (21,8%); включение в меню горячих напитков без сахара (19,6%). Исключение из дополнительного питания шоколада и иных кондитерских изделий предложили 17,4% участников опроса, организованную выдачу молока детям младших классов - 13,4%. Среди опрошенных 8,3% указали на необходимость введения вегетарианского меню.

Около трети опрошенных указали на необходимость увеличения продолжительности перемен для приема пищи (28,2%) что обусловлено тем, что в округе около половины школ (48,5%) имеют перемены для организации питания продолжительностью менее 20 минут что на 10,0% выше по сравнению со средними показателями по России. Следует отметить, что существенных различий в удельном весе респондентов, выразивших предложения по улучшению организации питания с показателями в среднем по РФ, не наблюдалось.

Оценка ответов на вопросы, характеризующие наличие знаний о принципах здорового питания и их реализации на практике, показала, что в 95,6% как в СФО, так и в среднем по РФ, респонденты знакомы с основными принципами здорового питания, из них придерживаются этих принципов на практике 75,3% в СФО и около 79,4% в среднем по России. При этом на ежедневное употребление свежих фруктов указали 79,0% (83,8% по РФ), овощей – 42,3% (45,1% по РФ), еженедельно получают блюда из рыбы 59,8% (64,2 по РФ) и только 26,5% ежедневно употребляют мясные блюда (по РФ -23,3%).

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить в Сибирском федеральном округе ряд проблем, характерных для организации питания обучающихся общеобразовательных организаций для всех территорий Российской Федерации, а также некоторые особенности, касающиеся изучаемого округа. Так, в Сибирском федеральном округе выявлены более высокие показатели позитивной динамики улучшения ассортимента и ка-

чества блюд, условий приема пищи и режима питания. Отмечается более высокий уровень организации питания детей с заболеваниями, требующими индивидуального подхода. При организации питания школьников в СФО в меню чаще используются продукты и блюда, обогащенные витаминами и минеральными веществами. В ассортименте дополнительного питания обучающихся округа чаще, чем в среднем по РФ предлагаются блюда, являющиеся источниками здорового питания. На более высоком уровне отмечены показатели участия в организации обучающихся и санитарно-просветительских программ по вопросам здорового питания.

В тоже время продолжают оставаться низким охват питания обучающихся «5-9 классов» и «10-11 классов», чрезвычайно низким остается уровень охвата обучающихся 2-х разовым питанием, что особенно актуально с учетом того, что более 60,0% обучающихся находятся в стенах школы до 6 и более часов в день. Как негативный момент следует отметить наличие более высокого удельного веса школ, в которых недостаточна длительность перемен для приема пищи, а также высокая стоимость завтраков и обедов.

Не смотря на более высокие показатели, актуальным остается вопрос по поставкам операторами питания в школы продуктов и блюд, обогащенными витаминами и минеральными веществами, совершенствования типовых и разрабатываемых самостоятельно меню основного питания, обеспечивающих требования по потреблению необходимых полноценных продуктов и блюд, являющихся источниками витаминов и минеральных веществ, полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот и клетчатки.

Материалы опроса по оценке организованного питания обучающимися и их родителями (законными представителями) также позволили определить направления, требующие коррекции. Это прежде всего увеличение охвата горячим питанием обучающихся средних и старших классов, увеличение продолжительности перемен для приема пищи, разнообразие ассортимента дополнительного питания с исключением из него критически значимых продуктов, обогащение продуктов и блюд основного меню витаминами и минеральными веществами. В организации питания обучающихся в общеобразовательных организациях необходимо продолжить систематическую работу по проведению родительского контроля и обучающую и просветительскую работу среди старших школьников. Учет полученных результатов при разработке программ по улучшению организации питания детей школьного возраста будет являться основой обучению принципам здорового питания и мер профилактики нарушений здоровья.

Библиографический список

1. Онищенко Г.Г. О реализации экспериментальных проектов по совершенствованию организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях / Г.Г. Онищенко //Здоровье населения и среда обитания, 2009.- № 9.- С. 4-5

2. Салдан И.П. Анализ реализации программ по модернизации технологического оборудования школьных столовых в Алтайском крае /И.П. Салдан, С.П. Филиппова, О.В. Околелова // *Здоровье населения и среда обитания*, 2013.- № 1(238). - С. 15-16.

3. Сетко Н.П. Эффективность внедрения мероприятий по оптимизации и рационализации питания учащихся общеобразовательных учреждений города Оренбурга /Н.П. Сетко, Е.В. Булычева, Е.Б. Бейлина, Е.С. Бородина // *Здоровье населения и среда обитания*, 2013.- № 8(245). - С.19-21.

4. Спирина О.А. Совершенствование организации питания общеобразовательных учреждений Кемеровской области /О.А. Спирина // *Актуальные проблемы здоровья детей и подростков и пути их решения: материалы 3-го Всероссийского конгресса с международным участием по школьной и университетской медицине*; под ред. чл.-корр. РАМН, профессора В.Р. Кучмы.-Москва, 2012 .-С. 398-400.

5. Степанов Е.Г. О результатах мероприятий по совершенствованию питания в общеобразовательных учреждениях городского округа города Уфы Республики Башкортостан. /Е.Г. Степанов, Р.А. Ахметшина, И.М. Байкина, Т.Р. Зулькарнаев, Е.А. Поварго, А.Т. Зулькарнаева // *Здоровье населения и среда обитания*. 2013., № 8.- С.17-19.

6. Попова А. Ю. Гигиеническая оценка организации питания школьников в общеобразовательных организациях Российской Федерации. / А.Ю. Попова, И. Г. Шевкун, Г. В. Яновская, И. И. Новикова // *Здоровье населения и среда обитания*. 2022.- №30(2). - С. 7-12.

7. Горелова Ж.Ю. Гигиеническая оценка домашнего питания современных школьников // *Здоровье населения и среда обитания*. 2022. Т. 30. № 8. С. 31–36. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-8-31-36>.

8. Новикова И.И., Шевкун И.Г., Романенко С.П. Гигиенические аспекты улучшения питания школьников // *Вопросы питания: Материалы XVIII Всероссийского конгресса с международным участием, посвященного 300-летию Российской академии наук, «Нутрициология и диетология для здоровьесбережения населения России» (Москва, 13–14 ноября 2023 г.)*.-М.: Издательская группа "ГЭОТАР - Медиа", 2023. - №5(92). - С. 100

9. Шевкун И. Г. Здоровое питание детей-национальная задача государственной политики в сфере образования и основа профилактики нарушений здоровья / И. Г. Шевкун, Г. В. Яновская, И. И. Новикова, С.М. Гавриш, О. А. Шепелева // *Наука о человеке: гуманитарные исследования*. 2022. - 16(3). - С. 169-175.

10. Макарова В. В. Риск-ориентированный надзор в целях соблюдения требований к организации питания школьников / В. В. Макарова, И. Г. Зорина, Р. К. Фаизова, А. Ф. Попова // *Непрерывное медицинское образование и наука*. 2023.- № 17(2)- С. 34-39.

11. Лир Д.Н., Перевалов А.Я. Анализ фактического домашнего питания проживающих в городе детей дошкольного и школьного возраста // *Вопросы питания*. 2019. Т. 88, № 3. С. 69–77. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10031 12.

12. Тутельян В.А., Герасименко Н.Ф., Никитюк Д.Б., и др. Глава 13. Оптимальное питание — основа здорового образа жизни. В кн.: Герасименко Н.Ф., Глыбочко П.В., Есауленко И.Э., и др., ред. *Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы*. Т. 3. Технологии снижения рисков здоровью. Профилактика и диспансеризация. Здоровое питание. М.: Научная книга; 2019. С. 228–249.

13. Мажаева Т.В., Носова И.А., Пряничникова Н.И., и др. Региональные особенности питания школьников Свердловской области (результаты мониторинга, проведенного в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья»). В сб.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью — 2021*.

14. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участии-

ем; Пермь, 18–20 мая 2021 г. Пермь; 2021. Т. 1. С. 397–403. Доступно по: https://fcrisk.ru/sites/default/files/upload/conference/2043/fcrisk_conf_2021_materials-1.pdf#page=397. Ссылка активна на 21.02.2024.

15. Иванова И.Л., Важенина А.А., Транковская Л.В., и др. Региональные аспекты питания детского населения в условиях Приморского края // Здоровье населения и среда обитания — Зною. 2019. № 11 (320). С. 32–37.

16. Жубрева Т.В., Мясникова Е.Н. Здоровое питание школьников из числа коренных народов Севера. Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2020; (3):40-48. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2020-3-40-48>.

Сведения об авторах.

Сорокина Александра Васильевна - к.м.н, ведущий научный сотрудник организационно-методического отдела ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; e-mail sorokina_av@niig.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4660-1368>. SPIN-код: 8514-4319, AuthorID: 810305.

Новикова Ирина Игоревна - д.м.н., профессор, директор ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора e-mail: novikova_ii@niig.su, SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

Романенко Сергей Павлович – к.м.н., заместитель директора по научной работе ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; e-mail: romanenko_sp@niig.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1375-0647>. SPIN: 2107-5929

**ПНЕВМОКОНИОЗ: СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ СТАРЕЙШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ
(на примере предприятий Российской Арктики)**

Сюрин С.А.¹, Ковшов А.А.^{1,2}, Кирьянова М.Н.¹, Никанов А.Н.¹

¹*ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург*

²*ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург*

Проведен анализ условий развития и распространенности пневмокониоза у работников «пылевых» профессий по данным социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость», выписок карт учета профессиональных заболеваний (Приказ Минздрава России от 28.05.2001 г. № 176). В 2007-2021 годах выявлено 77 случаев пневмокониоза без снижения их ежегодного числа. Пневмокониоз чаще развивался у мужчин при классе условий труда 3.3-3.4, несовершенстве технологических процессов, экспозиции к слабофиброгенным аэрозолям. Сделан вывод о том, что профилактика пневмокониоза требует улучшения качества медицинских осмотров, условий труда, средств индивидуальной защиты органов дыхания, новых знаний о патогенезе заболеваний легких при воздействии фиброгенной пыли в условиях современного производства.

Ключевые слова: фиброгенные аэрозоли; пневмокониоз; профилактика; Арктика

**PNEUMOCONIOSIS: MODERN ASPECTS OF THE OLDEST OCCU-
PATIONAL DISEASE (based on enterprises in the Russian Arctic)**

Syurin S.A.¹, Kovshov A.A.^{1,2}, Kiryanova M.N.¹, Nikanov A.N.¹

¹*Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg*

²*North-Western State Medical University named
after I.I. Mechnikov, St. Petersburg*

We analyzed the conditions for development and prevalence rates of pneumoconiosis in "dust" occupation workers according to the data of social and hygienic monitoring "Working conditions and occupational morbidity" and excerpts from occupational disease registration cards (Order of the Ministry of Health of Russia dated 05/28/2001 No. 176). 77 pneumoconiosis cases were identified without any decrease in their annual number in 2007-2021. Pneumoconiosis more often developed in men, with working conditions hazard class 3.3-3.4, imperfect technological processes with exposure to mild fibrogenic aerosols. It is concluded that prevention of pneumoconiosis requires improvement of the quality of medical examinations, working conditions, personal respiratory protection equipment, new knowledge of the pathogenesis of lung diseases when exposed to fibrogenic dust in modern production conditions.

Keywords: fibrogenic aerosols; pneumoconiosis; prevention; Arctic

Неблагоприятное влияние пыли на органы дыхания работников было известно еще в XVI веке [1, 2]. В течение последующих пяти веков причины и условия развития пневмокониоза, его клинические проявления суще-

ственно менялись. В настоящее время этиология, патогенез и методы профилактики пневмокониоза достаточно хорошо известны, хотя и нуждаются в уточнении в связи с постоянно изменяющимися условиями труда [3, 4].

На предприятиях, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ)²⁸, условия для воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) на работников возникают, главным образом, при добыче и переработке каменного угля, апатит-нефелиновой, медно-никелевой, железной и других видов руды, производстве никеля и сопутствующих металлов [5]. На этих производствах для снижения пылевой нагрузки широко применяются различные системы пылеподавления и средства индивидуальной защиты органов дыхания, а также медицинские методы профилактики профессиональной респираторной патологии [6, 7]. Особый интерес к изучению этой проблемы в АЗРФ обусловлен еще и тем, что производственные операции, выполняемые на открытом воздухе в холодном арктическом климате, связаны с повышенной опасностью воздействия пыли на работников. Она возникает из-за повышенного накопления пыли в приземном слое атмосферного воздуха, увеличения ее ингаляционного поступления и депонирования в организме вследствие легочной гипервентиляции, снижения эффективности фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания [8]. В подземных рудниках и россыпных шахтах Арктики при производстве работ в условиях вечной мерзлоты горных пород концентрации пыли в воздухе рабочих мест могут многократно превышать ПДК из-за отсутствия или неэффективного применения средств борьбы с пылью [9, 10].

Исследования последних лет выявили снижение показателей распространенности (абсолютное число случаев, заболеваемость) профессиональных заболеваний органов дыхания у работников предприятий в АЗРФ в основном за счет хронического бронхита [11]. При этом анализ изменений условий развития и динамики показателей распространенности пневмокониоза не проводился в связи с незначительным, по сравнению с хроническим бронхитом, числом заболеваний.

Цель исследования заключалась в изучении условий развития и показателей распространенности пневмокониоза у работников «пылевых» профессий в Арктике.

Проведен анализ данных социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и Реестра выписок из карт учета профессионального заболевания (отравления)²⁹, зарегистрированных в субъектах АЗРФ в 2007-2011, 2012-2016 и 2017-2021 годах. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием про-

²⁸Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 N 296 (ред. от 05.03.2020) "О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации"

²⁹Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.05.2001 г. № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации». Приложение 5.

граммного обеспечения Microsoft Excel 2016 и программы Epi Info, v. 6.04d. Рассчитывались относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (95% ДИ), критерий согласия (χ^2), коэффициент аппроксимации (R^2). Числовые данные представлены как абсолютные и процентные значения, среднее арифметическое и его стандартная ошибка ($M \pm m$). Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

В качестве ограничения исследования можно рассматривать отсутствие данных об условиях труда и воздействии АПФД на работников предприятий в АЗРФ до 2007 года.

Результаты исследования. Проведенное исследование показало, что мужчины составили подавляющее число работников с пневмокониозом (73 человека или 94,8%), средний возраст которых был $53,2 \pm 0,9$ лет, средняя продолжительность стажа – $24,1 \pm 0,9$ лет. На горнодобывающих предприятиях были заняты 70 (90,9%) работников, в том числе 42 (54,5%) человека на добыче каменного угля и 28 (40,0%) человек – на добыче рудного сырья. Работниками строительных и металлургических предприятий были 4 (5,2%) и 3 (3,9%) человека соответственно.

На рабочих местах, где трудились работники с диагностированным пневмокониозом, концентрации АПФД преимущественно соответствовали вредным условиям труда 3 и 4 степени (класс условий труда 3.3 и 3.4). Таких работников было 22 (28,6%) и 30 (38,6%) человек. Значительно реже развитие пневмокониоза происходило при классе условий труда по АПФД 3.1 (11 случаев или 13,0%) и 3.2 (14 случаев или 18,2%). Экспозиция к слабофиброгенным аэрозолям отмечалась у 72 (93,5%) работников и только 5 (6,5%) работников были экспонированы к умеренно- и высокофиброгенным аэрозолям. На предприятиях в Арктике к повышенным уровням АПФД, вызывавшим формирование пневмокониоза, приводили четыре технологических обстоятельства. В 44 (57,1%) случаях это было несовершенство технологических процессов, а в 25 (32,5%) – конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования. Значительно реже вредные условия труда были связаны с несовершенством рабочих мест и неисправностью машин и другого оборудования: 5 (6,5%) и 3 (3,9%) случаев.

В 2007-2021 годах на предприятиях в АЗРФ отмечалось постепенное уменьшение средней годовой численности работников: в 2012-2016 годах по сравнению с 2007-2011 годами на 48950 чел. (8,1%), а в 2017-2021 годах по сравнению с 2012-2016 годами – на 53898 чел. (9,7%). Схожая, но менее выраженная динамика наблюдалась также в численности работников, экспонированных к АПФД: 4,8% и 5,5%. Однако эти изменения не сопровождались снижением числа случаев впервые выявленного пневмокониоза (табл.).

Таблица - Динамика числа экспонированных работников и случаев впервые выявленного пневмокониоза

Показатель	Период наблюдения		
	2007-2011	2012-2016	2017-2021
Среднее годовое число работников, экспонированных к фиброгенной пыли, чел.	23705	22556	21324
Среднее годовое число всех работников, чел.	606495	557545	503647
Пневмокониоз, случаи	30	23	24

Для уточнения характера динамики числа случаев пневмокониоза проведен ее анализ не только по пятилетним периодам, но и по каждому году из 15 лет наблюдения (рис. 1).

Установлено, что ежегодно выявлялись от двух (2021 год) до 11 (2008 год) случаев пневмокониоза. Изменения носили волнообразный характер с пиками значений (2008, 2013, 2019, 2020 годы) и их последующими снижениями (2009, 2012, 2014, 2021 годы). В целом за 15 лет выраженного тренда к изменению числа случаев не наблюдается ($R^2 = 0,0482$). Риск развития пневмокониоза у работников пылевых профессий в 2004-2011 годах по сравнению с 2017-2023 годами значимо не отличался: ОР=1,12; 95% ДИ 0,66-1,92.

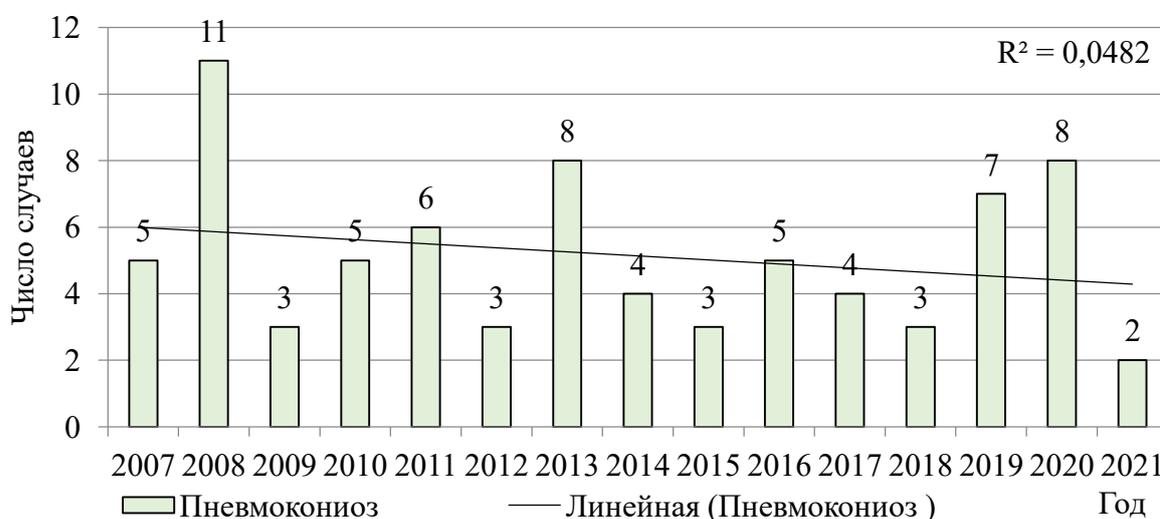


Рисунок 1 - Ежегодное число впервые выявленных случаев пневмокониоза у работников пылевых профессий

Также изучена динамика уровня заболеваемости пневмокониозом, определявшаяся не только изменением числа заболеваний, но и изменением числа экспонированных к фиброгенной пыли работников. В течение 15 лет показатель заболеваемости колебался от 1,27 (2009 год) до 4,64 (2008 год) случаев на 10000 работников, экспонированных к АПФД. Как и

при анализе динамики случаев пневмокониоза, был установлен волнообразный характер изменений показателей заболеваемости пневмокониозом и отсутствие значимой тенденции к ее изменению (рис. 2).

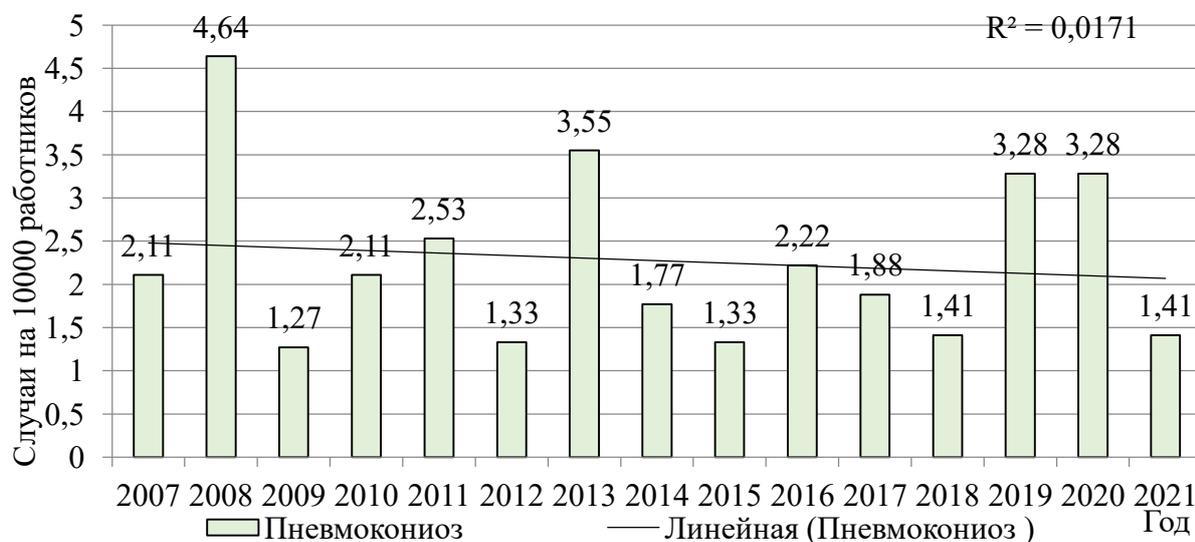


Рисунок 2 - Ежегодные уровни профессиональной заболеваемости у работников пылевых профессий

Результаты проведенного исследования заслуживают внимания и обсуждения. Прежде всего, непонятно, почему осуществляемые мероприятия по уменьшению запыленности воздуха рабочих зон, применение более эффективных средств индивидуальной защиты органов дыхания, медицинские способы сохранения здоровья работников пылевых профессий на предприятиях в Арктике не дают положительных результатов. Причем это касается как абсолютных, так и относительных показателей распространенности пневмокониоза. Важно отметить, что в последние годы достигнуто значительное снижение числа случаев хронического бронхита в тех же контингентах работников [11]. Такие разные результаты вызывают дополнительные вопросы, так как пневмокониоз и хронический профессиональный бронхит формируются у сходных групп работников одним и тем же вредным производственным фактором, поражающим одну и ту же систему организма: органы дыхания.

Возможным объяснением этого феномена может быть то, что хронический бронхит у работников предприятий связан не только с профессиональными вредностями, но и с бытовыми загрязнениями воздуха [12], а также курением [13]. Целенаправленное воздействие на эти факторы способно снизить заболеваемость хроническим бронхитом без изменений условий труда. Напротив, развитие пневмокониоза определяется исключительно экспозицией к фиброгенным аэрозолям и поэтому может служить индикатором эффективности применения на предприятии (отрасли хозяйства) индивидуальных средств защиты органов дыхания, а также систем пылеподавления и очистки воздуха рабочих помещений. Стабильную забо-

леваемость пневмокониозом в течение 15 лет, даже при снижении заболеваемости хроническим бронхитом, следует рассматривать как показатель недостаточной эффективности вышеуказанных профилактических мероприятий.

Полученные данные позволяют также предполагать, что развитие пневмокониоза определяется не только условиями и обстоятельствами «пылевых» производств. Вероятно, большая роль принадлежит особенностям защитных реакций организма на фиброгенные факторы. В большинстве случаев процесс проявляется воспалительными и атрофическими процессами в трахее, бронхах и бронхиолах, то есть хроническим бронхитом с различной степенью выраженности морфологических и функциональных нарушений. Значительно реже дополнительно в легочной ткани формируется прогрессирующий интерстициальный и узелковый (узловой) фиброз с частым поражением лимфатической ткани и плевры, то есть развивается та или иная клинико-рентгенологическая форма пневмокониоза и его осложнения. При современных производственных условиях и возможностях выявления патологии органов дыхания соотношение пневмокониоза и хронического бронхита составляет 1:7-12. Если проводимые профилактические мероприятия достаточно эффективны в отношении хронического профессионального бронхита, то в отношении пневмокониоза они недостаточны. Представленные данные показывают, что для эффективной профилактики пневмокониоза необходимо углубленное исследование механизмов ответной реакции организма на фиброгенную пыль, включая различные звенья клеточного и гуморального иммунитета, систему оксиданты – антиоксиданты и другие [3, 4, 14].

Так как формирование патологических изменений в легких при воздействии АПФД является многолетним процессом, их выявление на стадии пневмокониоза свидетельствует о недостатках диагностики заболеваний органов дыхания [15]. Об этом же говорят резкие колебания в смежные годы числа случаев пневмокониоза, которые не могут быть объяснены изменениями условий труда и численности работников предприятий. Здесь вероятны недостаточное качество периодических медицинских осмотров, образование «отложенных» случаев патологии, административное вмешательство в результаты работы медицинских комиссий и другие факторы [16, 17].

Заключение. Установлены особенности условий и обстоятельств развития пневмокониоза у работников предприятий в Арктике. В 2007-2021 годах отмечалось ежегодно 2-11 случаев впервые выявленного пневмокониоза при отсутствии тенденции к их снижению. Для более эффективной профилактики пневмокониоза необходимо улучшение качества обязательных медицинских осмотров работников «пылевых» профессий, условий труда на добывающих предприятиях Арктики, совершенствование средств индивидуальной защиты органов дыхания. Важна разработка новых медицинских методов сохранения здоровья, базирующихся на знании патогене-

тических механизмов формирования заболеваний легких при воздействии фиброгенной пыли в условиях современного производства.

Библиографический список

1. Бабанов, С.А. Пневмокониоз: современные взгляды [Текст] / С.А. Бабанов, Н.А. Стрижаков, М.В. Лебедева, В.В. Фомин, А.Г. Байкова // Терапевтический архив. – 2019. – Т. 91. – № 3. – С. 107–113. doi: 10.26442/00403660.2019.03.000066.
2. Hoy R.F., Jeebhay M.F., Cavalin C., Chen W., Cohen R.A., Fireman E., et al. Current global perspectives on silicosis - Convergence of old and newly emergent hazards. *Respirology*. 2022; 27(6): 387-398. doi: 10.1111/resp.14242.
3. Стрижаков, Л.А. Быстро прогрессирующий силикоз: клинические наблюдения [Текст] / Л.А. Стрижаков, Р.В. Гарипова, С.А. Бабанов, С.В. Гуляев, З.М. Берхеева З.М., Н.Е. Лаврентьева // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63. – № 3. – С. 206–211. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-3-206-211.
4. Халимов, Ю.Ш. Поздний силикоз - редкая форма пневмокониоза [Текст] / Ю.Ш. Халимов, Г.А. Цепкова, А.Н. Власенко, В.В. Шилов, О.Н. Андреев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2020. – Т. 70. – № 2. – С. 74–78.
5. Сюрин, С.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость на предприятиях горнодобывающей и металлургической промышленности Мурманской области [Текст] / С.А. Сюрин, А.А. Ковшов // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 1. – С. 34–38. doi: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38.
6. Фадеев, А.Г. Нарушения здоровья работников, связанные с факторами риска условий труда в горнодобывающей промышленности Арктической зоны (аналитический обзор) [Текст] / А.Г. Фадеев, Д.В. Горяев, Н.В. Зайцева, П.З. Шур, С.В. Редько, В.А. Фокин В.А. // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 1. – С. 184–193. doi: 10.21668/health.risk/2023.1.17.
7. Syurin S., Kovshov A., Odland J.Ø., Talykova L. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int J Circumpolar Health*. 2022; 81: 2059175. doi: 10.1080/22423982.2022.2059175.
8. Чашин, В.П. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющие трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода [Текст] / В.П. Чашин, С.А. Сюрин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, А.Ю. Воронин // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 9. – С. 20-26.
9. Чеботарев, А.Г. Риски развития профессиональных заболеваний пылевой этиологии у работников горнорудных предприятия [Текст] / А.Г. Чеботарев // Горная промышленность. – 2018. – Т. –139. – № 3. – С. 66–70. doi: 10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70.
10. Бухтияров, И.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий [Текст] / И.В. Бухтияров, А.Г. Чеботарев, Н.Н. Курьеров, О.В. Сокур // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 1. – № 7. – С. 424–429. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429.
11. Сюрин, С.А. Проблемы профилактики профессиональной патологии в Российской Арктике [Текст] / С.А. Сюрин, А.Н. Кизеев // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102. – № 8. – С. 783–789. doi: 10.47470/0016-9900-2023-102-8-783-789.
12. Голиков, Р.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (Обзор литературы) [Текст] / Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, В.А. Штайгер // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20–31.
13. Салагай, О.О. Влияние курения на формирование профессиональных заболеваний легких у работающих с промышленными аэрозолями [Текст] / О.О. Салагай, И.В. Бухтияров, Л.П. Кузьмина, Л.М. Безрукавникова, А.Г. Хотулева, Р.А. Анварул //

Общественное здоровье. – 2021. – Т.1. – № 3. – С. 32–41. doi: 10.21045/2782-1676-2021-1-3-32-41.

14. Vanka K.S., Shukla S., Gomez H.M., James C., Palanisami T., Williams K., et al. Understanding the pathogenesis of occupational coal and silica dust-associated lung disease. *Eur Respir Rev.* 2022; 31(165): 210250. doi: 10.1183/16000617.0250-2021.

15. Сюрин, С.А. Профессиональные болезни органов дыхания от воздействия фиброгенной пыли и аэрозолей химических веществ на предприятиях в Арктической зоне Российской Федерации / С.А. Сюрин // Российская Арктика. – 2024. – Т. 6. – № 4. – С. 51–60. doi: 10.24412/2658-4255-2024-4-51-60.

16. Бабанов, С.А. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине [Текст] / С.А. Бабанов, Д.С. Будащ, А.Г. Байкова, Р.А. Бараева // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5. – С. 48–53.

17. Чеботарев, А.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий [Текст] / А.Г. Чеботарев // Горная промышленность. – 2018. – Т.137. – № 1. – С. 92–95. doi: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-92-95.

Сведения об авторах.

Сюрин Сергей Алексеевич, E-mail: kola.reslab@mail.ru; д.м.н., ст. науч. сотр. отд. гигиены ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>; SPIN-код 4061-7858; Author ID 492625.

Ковшов Александр Александрович, E-mail: a.kovshov@s-znc.ru; к.м.н., зав. отделением гигиены труда, ст. науч. сотр. ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; доцент кафедры гигиены условий воспитания, обучения, труда и радиационной гигиены ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9037-8431>; SPIN-код 8369-5825; Author ID 873660.

Кирьянова Марина Николаевна, E-mail: mrn@ro.ru; к.м.н., ст. науч. сотр. ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9037-0301>; SPIN-код 8219-1749; Author ID 342710.

Никанов Александр Николаевич, E-mail: a.nikanov@s-znc.ru; к.м.н., вед. научн. сотр., зав. научным отделением профпатологии ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0335-4721>; SPIN-код 6838-5002; Author ID 563792.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Савченко О.А.

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора г. Новосибирск

Многочисленные данные отечественной и зарубежной литературы свидетельствуют о том, что на состояние воздушной среды и показатели микроклимата помещений позитивное влияние способны оказывать комнатные растения, обладающие фитонцидными свойствами. Это даёт основания полагать, что рациональное размещение таких растений в организациях для детей и подростков способно обеспечить существенное снижение риска здоровью детей.

Ключевые слова: микрофлора воздуха, общее микробное число, заболеваемость детей, газопоглощительная активность растений.

AN INNOVATIVE APPROACH TO OPTIMIZING THE QUALITY OF ATMOSPHERIC AIR IN PRESCHOOL INSTITUTIONS

Chuenko N.F., Novikova I.I., Savchenko O.A.

Federal Budgetary Institution of Science "Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene" of Rospotrebnadzor Novosibirsk

Numerous data from domestic and foreign literature indicate that indoor plants with phytoncidal properties can have a positive effect on the state of the air environment and indoor microclimate. This suggests that the rational placement of such plants in organizations for children and adolescents can significantly reduce the risk to children's health.

Keywords: phytomodule, air microflora, total microbial number, facultative microflora, morbidity of children, gas-absorbing activity of plants.

Введение. Проблема загрязнения воздушной среды в организациях для детей и подростков особенно актуальна для многих регионов Российской Федерации в зимний период, когда затруднено адекватное проветривание закрытых помещений. Вместе с тем, воздушный режим относится к ключевым факторам среды, оказывающим влияние на работоспособность и состояние здоровья детей и подростков. Для комфортного нахождения в помещении рекомендуемый уровень влажности от 30 до 60%, а для предотвращения передачи вирусов – 40-60% [1]. В качестве важнейшего компонента среды обитания детей рассматривается относительная влажность воздуха, в условиях низких показателей влажности возрастает риск заболеваний верхних дыхательных путей. В связи с высокой распространённостью заболеваний верхних дыхательных путей у детей, посещающих дошкольные образовательные организации (ДОО), остро стоит вопрос их профилактики. Одним из важных факторов риска возникновения

заболевания является микробная обсемененность воздуха закрытых помещений [2]. В условиях недостаточного проветривания помещения и неэффективности использования систем вентиляции, бактериальный аэрозоль сохраняет жизнеспособность в воздушной среде помещений продолжительное время, что создает благоприятные условия для накопления условно-патогенных микроорганизмов. В литературе много работ посвящено изучению антимикробного действия летучих экзометаболитов растений, которые они выделяют в процессе своей жизнедеятельности, что делает их безопасным, доступным, экономически выгодным альтернативным способом санации воздуха в закрытых помещениях [3]. Вдыхание фитонцидов растений благотворно действует на психику, нормализует сердечный ритм, улучшает обменные процессы [4]. У детей, находящихся в атмосфере летучих выделений растений, увеличиваются защитные силы организма, нормализуются процессы возбуждения и торможения в коре больших полушарий, повышаются работоспособность, выносливость при физических нагрузках.

Растения в процессе фотосинтеза, поглощая CO_2 и выделяя O_2 , одновременно увеличивают влажность воздуха за счет водяного пара, выделяемого из листьев через микроскопические устьица. В зимний период низкая влажность воздуха в отапливаемых помещениях может вызвать проблемы со здоровьем. При вдыхании сухого воздуха слизистая оболочка носа и горла пересыхает и перестает задерживать вирусы и бактерии. Вследствие этого, повышается подверженность заболеваниям, а у некоторых проявляются симптомы аллергии и астмы [5-9]. Многие растения обладают высокой транспирирующей активностью и с их помощью можно регулировать влажность воздуха в помещении на уровне выше 30% [10-14].

Целью исследования является научное обоснование эффективности использования комнатных растений для оздоровления воздушной среды в организациях для детей и подростков.

Первый этап исследования на базе дошкольной образовательной организации (ДОО) г. Новосибирска выполнен в период 2019-2022 годы. Материалами исследования являлись данные мониторингового ежедневного наблюдения заболеваемости детей, параметров микроклимата и уровней накопления углекислого газа в воздухе закрытых помещений. Для определения эффективного радиуса фитонцидного действия растений проведена оценка показателей микробной обсемененности в зоне активных занятий с детьми на уровне дыхания. Отбор проб воздуха проводился на расстояниях от фактического места размещения фитомодуля в группах «наблюдения» и «контроля». Для создания модельной среды – загрязнение воздушной среды групповой ячейки выделениями из стройматериалов - использовали стандартные 700-литровые затравочные камеры. В качестве исходного параметра выбрана концентрация формальдегида в воздухе затравочной камеры, составляющая 2,5 предельно допустимых среднесуточных концентраций для атмосферного воздуха и воздуха закрытых помещений. В рабо-

те использовались санитарно-описательный, эпидемиологический, санитарно-бактериологический и статистический методы ($p < 0,05$).

Проведена оценка фитонцидного эффекта растений с разной площадью листовой поверхности на качественный и количественный состав микрофлоры воздуха. Определены достоверные отличия средних показателей общего микробного числа колониеобразующих единиц (КОЕ/м³) в воздухе групповых ячеек с наличием растений с данными показателями в групповых ячейках контроля ($p \leq 0,05$). Материалом исследования были растения представители рода Бегония, Хлорофитум хохлатый и др. Ассортимент растений, рекомендуемых для использования в детских организациях, определялся с учетом:

- антимикробной активности к *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, к условно-патогенной микрофлоре воздуха и стабильности фитонцидных свойств в течение сезона и/или года;

- газопоглотительной активности в отношении формальдегида и других органических соединений (ацетальдегид, бензальдегид, акролеин);

- устойчивости к характерным для закрытых помещений низкой влажности и высокой температуре воздуха в холодный и переходные периоды года;

- способности к повышению влажности воздуха в помещениях за счет повышенной транспирирующей активности листового аппарата;

- отсутствие сенсibiliзирующих свойств.

В групповых помещениях, оснащенных растениями, доля факультативной микрофлоры по отношению к общему микробному числу составляла около 30%, при отсутствии – 60%. Степень антимикробной активности зависела от ассортимента растений и общей площади листьев на единицу объема помещения. Фитонцидное действие растений распространялось до самой дальней точки исследования – 5 метров.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что радиус фитонцидной активности растений, размещенных в групповых ячейках, достигает 5-ти метров, что соответствует площади зоны активных занятий с детьми. Показатель микробной обсемененности в радиусе их действия статистически значимо ниже по сравнению с контрольными измерениями.

С учетом полученных результатов по итогам первого этапа мониторинга микробиологической обсемененностью воздуха в групповых ячейках было проведено ежедневное наблюдение по показателям заболеваемости детей дошкольных организаций в периоды до пандемии и во время пандемии (с 50-й недели 2019 по 13 неделю 2020 гг. и с 50 недели 2021 по 13 неделю 2022 года).

До пандемии ретроспективный анализ данных, полученных в ходе выкопировки из журнала учета посещаемости и заболеваемости детей, подтвердил, что пропуски в ДОО связаны преимущественно с заболеваниями верхних дыхательных путей.

При сравнительном анализе заболеваемости детей выявлены достоверно значимые высокие показатели в группе «контроля» по сравнению с группой «наблюдения». При этом в группе «контроля» отмечалась тенденция к росту за весь период мониторинга, в то время как в группе «наблюдения» показатели заболеваемости существенно снизились от начала к концу эксперимента. При анализе посещаемости детей ДОО отмечено, что различия в показателях посещаемости группы «наблюдения» и группы «контроля» статистически значимы с 3-й недели 2020 года.

При расчете показателя отношения шансов риск заболеть у детей группы «наблюдения» в сравнении с «контрольной» группой составил 0,35. При этом в начальной фазе мониторинга шансы заболеть у детей группы «наблюдения» и «контрольной» группы были равными. Соответственно, рациональная установка растений, обладающих фитонцидным эффектом, обеспечивает защиту от респираторных заболеваний на 65% и снижает риски заболевания в 2,9 раза. По ходу эксперимента отмечена более высокая посещаемость детьми в группе наблюдения. Наличие фитомодуля в течение года способствовало уменьшению числа случаев ОРВИ в среднем на 12 %, продолжительность заболеваний также уменьшилась на 29% [8]. Вовремя пандемии достоверность различий между показателями посещаемости и заболеваемости в группах «контроля» и «наблюдения» не прослеживалась.

В рамках второго этапа исследования изучена газопоглощительная способность комнатных растений. Для создания модельной среды использовали герметичные ингаляционные затравочные камеры, в качестве маркера загрязнения воздушной среды выбран формальдегид. Известно, что источниками миграции формальдегида в воздух помещений могут являться строительные материалы, лаки, краски, декоративные покрытия, материалы для мебели. В исследовании использовано неядовитое, теневыносливое, неприхотливое в уходе растения Хлорофитум хохлатый. Установлено, что в присутствии модельного растения происходит снижение концентрации формальдегида до регламентируемого уровня в 1,0 ПДК в течение 30 минут. В то же время, в контрольной камере (без растения) концентрация формальдегида оставалась на неизменном уровне на протяжении всего эксперимента.

Третьим этапом исследования была оценка транспирирующих свойств комнатных растений. По результатам выполнения этого этапа, увеличение относительной влажности воздуха при наличии фитомодуля в помещении является благоприятным фактором для здоровья детей в зимний период года. Одновременно комнатные растения способствуют снижению концентрации углекислого газа в групповой ячейке.

В качестве математической модели, описывающей возможность достижения регламентируемых показателей относительной влажности воздуха (40%) в закрытом помещении, можно применить уравнение множественной линейной регрессии: $y = a + b_1 * x_1 - b_2 * x_2 + b_3 * x_3$

Расчет относительной влажности по регистрируемой температуре в помещении и показания прибора используют для расчета эффекта испарения, образования влажности в помещении.

Не маловажным фактором влияния на здоровье детей является содержание углекислого газа в помещении. Проанализировав этот показатель в группах «наблюдения» и «контроля», можно сделать вывод, что концентрация углекислого газа в присутствии растений уменьшается, а там, где отсутствовали растения, содержание концентрации углекислого газа сохранялась на протяжении всего эксперимента.

Выводы:

1. Определено, что интенсивность фитонцидного эффекта растений зависит от площади листовой поверхности и их рационального распределения с учетом эффективного радиуса воздействия.

2. Выявлено снижение заболеваемости детей респираторными заболеваниями, в групповых ячейках в которых были размещены фитонцидные растения.

3. Наличие фитонцидных растений способствует увеличению влажности воздуха, изменению химического состава воздуха и снижению уровня общей бактериальной обсемененности воздуха за счет уменьшения числа представителей факультативной микрофлоры.

4. Результаты позволяют осуществить подбор необходимого количества единиц комнатных растений для решения локальных задач по улучшению химического состава воздуха закрытых помещений, параметров микроклимата и бактериальной обсемененности воздуха.

5. Полученные результаты исследования являются основанием для методических рекомендаций использования определённого ассортимента растений с выраженной фитонцидной активностью для широкого внедрения в целях оптимизации условий внутренней среды в помещениях ДОО.

Библиографический список

1. СанПиН 2.4. 1.3049-13 Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций: утверждены 15.05.2013: изменения в действии 27.10.2020. – Москва, 2020. – 36с.

2. Агарков, Н. М. Атмосферные загрязнители и распространённость бронхиальной астмы среди детей: обзор литературы / Н. М. Агарков, А. В. Пошибайлова, В. А. Иванов // Экология человека. – 2020. – №5. – С. 45-49. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-5-45-49>

3. Патент № 2787940 С1 Российская Федерация, МПК А61L 9/00. Способ санации воздуха в помещении: № 2022120689: заявл. 27.07.2022: опубл. 13.01.2023 / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко, М. А. Лобкис [и др.]: заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки "Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук. – EDN APEZLQ.

4. Deng L., Deng Q. The basic roles of indoor plants in human health and comfort // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2018. – Т. 25. – №. 36. – С. 36087-36101. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3554-1>

5. Новикова, И. И. Роль комнатных растений в профилактике заболеваний (на примере дошкольных образовательных организаций) / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко // *Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18–19 апреля 2024 года*. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 125-131. – EDN BPSRSI.

6. Чуенко Н.Ф., Новикова И.И. Способ нормализации химического состава и относительной влажности воздуха в помещениях с использованием комнатных растений // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание* – 2024. – Т. 18. – №5 – С. 2-3

7. Гигиеническая роль комнатных растений в улучшении качества воздушной среды (на примере дошкольных образовательных организаций) / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко, О. А. Савченко, Е. А. Новиков // *Медицина в Кузбассе*. – 2023. – Т. 22, № 4. – С. 93-99. – DOI 10.24412/2687-0053-2023-4-93-99. – EDN JHSBHV.

8. Чуенко Н.Ф., Новикова И.И. Влияние фитонцидных свойств комнатных растений на микрофлору воздушной среды дошкольных образовательных организаций // *Казанский медицинский журнал*. 2024. Т. 105, № 5. С. 852–860.

9. Современный способ очистки закрытых помещений с помощью растений / Н. Ф. Чуенко, О. А. Савченко, Е. А. Новиков, Н. В. Цыбуля // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2023. – № 2-2. – С. 48-53. – DOI 10.37882/2223-2966.2023.02-2.39. – EDN FZCPSQ.

10. Патент № 2823058 С1 Российская Федерация, МПК F24F 8/00. Способ улучшения воздушной среды закрытых помещений с использованием транспирирующих и газопоглотительных свойств комнатных растений: № 2024100687: заявл. 10.01.2024: опубл. 17.07.2024 / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко, М. А. Лобкис [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки "Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук. – EDN ULKSLX.

11. Влияние комнатных растений *Chlorophytum comosum* на воздушную среду дошкольных образовательных организаций / Н. Ф. Чуенко, О. А. Савченко, С. П. Романенко, М. А. Лобкис // *Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. – 2022. – Т. 17, № 3. – С. 1224-1230. – EDN NYXCFE.

12. Чуенко, Н. Ф. Микробное загрязнение воздушной среды в дошкольных учреждениях / Н. Ф. Чуенко // *Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета, Новосибирск, 14–18 декабря 2020 года*. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 201-203. – EDN LLFGTL.

13. Влияние хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum*) на качество воздуха в закрытых помещениях / Н. Ф. Чуенко, И. И. Новикова, Г. Г. Дульцева [и др.] // *Самарский научный вестник*. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 102-105. – DOI 10.55355/snv2023122116. – EDN EUUNTI.

14. Чуенко, Н. Ф. Способ нормализации химического состава и относительной влажности воздуха в помещениях с использованием комнатных растений / Н. Ф. Чуенко, И. И. Новикова // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. – 2024. – Т. 18, № 5. – С. 77-83. – DOI 10.24412/2075-4094-2024-5-2-3. – EDN AYENWA.

Сведения об авторах.

Чуенко Наталья Федоровна – научный сотрудник, отдел токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486> SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794

Новикова Ирина Игоревна – профессор, доктор медицинских наук, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: novikova_ii@nig.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X> SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499

Савченко Олег Андреевич – к.б.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: Savchenkoaa1969@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871> SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ДЕТСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ: РОЛЬ РАСТЕНИЙ В УЛУЧШЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Савченко О.А.

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,
г. Новосибирск*

Актуальность проблемы качества воздуха в детских учреждениях обусловлена влиянием множества факторов, таких как используемые строительные материалы, архитектурно-планировочные решения, режим эксплуатации помещений и другие. Для удаления органических загрязнителей из воздуха закрытых пространств применяются разнообразные системы очистки: фильтрация, вентиляция, изоляция, воздухоочистители, адсорбция, озонирование, ультрафиолетовый (UV) фотолиз и т.д. Однако эти методы требуют значительных энергетических затрат и капиталовложений.

Ключевые слова: антимикробная активность, детские образовательные организации; комнатные растения; микробная обсемененность; закрытые помещения.

THE PROBLEM OF AIR QUALITY IN CHILDREN'S INSTITUTIONS: THE ROLE OF PLANTS IN IMPROVING THE AIR ENVIRONMENT

Chuenko N.F., Novikova I.I., Savchenko O.A.

Federal Budgetary Institution of Science "Novosibirsk Scientific Research Institute of Hygiene" of Rospotrebnadzor, Novosibirsk

The urgency of the problem of air quality in children's institutions is due to the influence of many factors, such as the building materials used, architectural and planning solutions, the operating mode of the premises, and others. Various purification systems are used to remove organic pollutants from the air of enclosed spaces: filtration, ventilation, insulation, air purifiers, adsorption, ozonation, ultraviolet (UV) photolysis, etc. However, these methods require significant energy costs and capital investments.

Keywords: antimicrobial activity, children's educational organizations; indoor plants; microbial contamination; enclosed spaces.

Введение. В качестве альтернативы, простым и экологически чистым способом очистки воздуха выступает использование комнатных растений. Этот метод считается высокоэффективным и экономичным, но, к сожалению, не получает должного внимания. В связи с этим, он приобретает особую актуальность в современном обществе [1-6].

Целью нашего исследования является изучение экологических аспектов улучшения качества воздуха в помещениях детских учреждений Новосибирской области с использованием комнатных растений.

В рамках исследования мы провели анализ микробной загрязненности игровых групповых помещений дошкольных образовательных организаций (ДОО) в зависимости от наличия фитомодулей. При отборе растений

для детских учреждений необходимо учитывать их неприхотливость, выраженную и продолжительную фитонцидную активность в течение всего года, высокую транспирирующую активность, повышающую относительную влажность воздуха. Всем этим требованиям отвечают хлорофитум хохлатый (*Chlorophytum comosum*), который принадлежит к семейству спаржевые [9-12]. Это растение является универсальным фитофильтром, поглощающим вредные газообразные химические соединения, такие как формальдегид и другие карбонильные соединения, которые могут выделяться новыми строительными и отделочными материалами [4-8].

Исследование микробного загрязнения воздуха в помещениях детских дошкольных учреждений Новосибирска, проведенное в осенне-зимний период, показало положительное влияние растений на концентрацию микроорганизмов. В исследовании были проанализированы групповые помещения с наличием и отсутствием растений, включающих *Chlorophytum comosum*. Для оценки фитонцидных свойств растений предварительно проводился мониторинг общего количества микроорганизмов (в КОЕ/м³) во всех исследуемых помещениях в течение рабочей недели (5 дней). Отбор проб воздуха осуществлялся на различных высотах и на расстоянии до 9 метров от растений. Ввиду отсутствия установленных нормативов для детских учреждений, в работе использовалась методика МУК 4.2. 2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях» [2].

В ходе исследования было установлено, что наибольшая концентрация микроорганизмов наблюдалась в периоды, когда отсутствуют проветривания помещений с 10.00 до 11.00 (рис.).

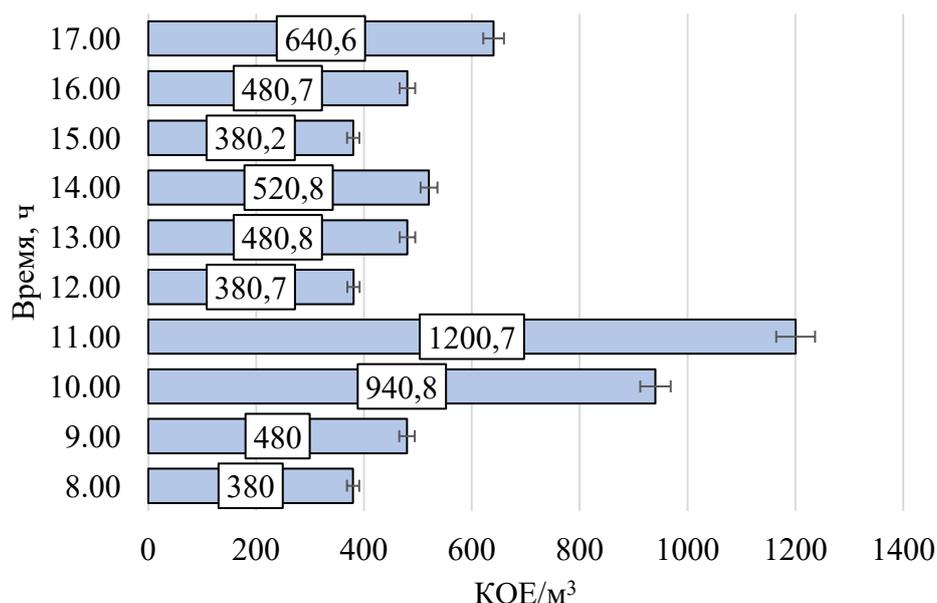


Рисунок - Общее количество микроорганизмов в групповых ячейках

По рисунку видно, что уровень общего количества микроорганизмов превышает более 500 КОЕ/м³ в 10.00, 11.00, 14.00 и 17.00. Статистический анализ не выявил существенных различий в динамике показателей в различных группах ($p \geq 0,05$), а также различий в концентрации микроорганизмов на разных высотах отбора проб ($p \geq 0,05$). Далее в экспериментальных группах были установлены следующие виды растений: *Chlorophytum comosum*, *Aspidistra elatior*, *Begonia ricinifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Coleus blumei*, *Murraya exotica*, *Nephrolepis exaltata*, *Sansevieria trifasciata*, *Cyperus alternifolius*.

Экспериментально было установлено, что радиус фитонцидного действия *Chlorophytum comosum* в снижении количества микроорганизмов в групповых помещениях составляет не более 5.

Полученные результаты позволили оценить фитонцидную активность *Chlorophytum comosum* и сравнить ее с другими исследуемыми видами растений. Повторные измерения общего количества микроорганизмов показали, что при использовании группы растений эффективные значения (менее 500 КОЕ/м³) достигаются на расстоянии эффективного радиуса в 5 метров.

Выводы:

1. В помещениях, где длительное время пребывают дети, комнатные растения, не обладающие токсичностью, сенсibiliзирующими свойствами, резким запахом и колючками, могут использоваться как дополнительный инструмент для улучшения экологии воздушной среды благодаря своей фитонцидной, транспирирующей и газопогложительной активности.

2. Экология воздушной среды групповых помещений характеризуется динамичностью показателей общего количества микроорганизмов и относительной влажности воздуха в течение рабочего дня при эксплуатации помещений в соответствии с режимом функционирования ДОО. В период отопительного сезона, при нахождении детей в помещениях более двух часов без проветривания и влажной уборки, пиковые значения могут достигать 1000 КОЕ/м³.

Библиографический список

1. Гигиеническая роль комнатных растений в улучшении качества воздушной среды (на примере дошкольных образовательных организаций) / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко, О. А. Савченко, Е. А. Новиков // Медицина в Кузбассе. – 2023. – Т. 22, № 4. – С. 93-99. – DOI 10.24412/2687-0053-2023-4-93-99. – EDN JHSBHB.

2. МУК 4.2. 2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2011.

3. Чуенко, Н. Ф. Микробное загрязнение воздушной среды в дошкольных учреждениях / Н. Ф. Чуенко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета, Новосибирск, 14–18 декабря 2020 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 201-203. – EDN LLFGTL.

4. Влияние комнатных растений *Chlorophytum comosum* на воздушную среду дошкольных образовательных организаций / Н. Ф. Чуенко, О. А. Савченко, С. П. Рома-

ненко, М. А. Лобкис // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2022. – Т. 17, № 3. – С. 1224-1230. – EDN NYXCFE.

5. Патент № 2787940 С1 Российская Федерация, МПК А61L 9/00. Способ санации воздуха в помещении: № 2022120689: заявл. 27.07.2022: опубл. 13.01.2023 / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко, М. А. Лобкис [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки "Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук. – EDN APEZLQ.

6. Современный способ очистки закрытых помещений с помощью растений / Н. Ф. Чуенко, О. А. Савченко, Е. А. Новиков, Н. В. Цыбуля // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2023. – № 2-2. – С. 48-53. – DOI 10.37882/2223-2966.2023.02-2.39. – EDN FZCPSQ.

7. Патент № 2823058 С1 Российская Федерация, МПК F24F 8/00. Способ улучшения воздушной среды закрытых помещений с использованием транспирирующих и газопоглощающих свойств комнатных растений: № 2024100687: заявл. 10.01.2024: опубл. 17.07.2024 / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко, М. А. Лобкис [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки "Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук. – EDN ULKSLX.

8. Влияние хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum*) на качество воздуха в закрытых помещениях / Н. Ф. Чуенко, И. И. Новикова, Г. Г. Дульцева [и др.] // Самарский научный вестник. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 102-105. – DOI 10.55355/snvn2023122116. – EDN EUUNTI.

9. Чуенко, Н. Ф. Оценка оздоровительного действия растений / Н. Ф. Чуенко, В. А. Черникова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 1419-1420. – EDN XVTTTJ.

10. Лобкис, М. А. Эффективность фитонцидных свойств растений в снижении микробной обсемененности воздуха и профилактики заболеваемости детей в условиях детских организованных коллективов / М. А. Лобкис, Н. Ф. Чуенко // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены : Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора, Лужки, 22–24 июня 2022 года. – Москва: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2022. – С. 180-183. – EDN FBKNUS.

11. Новикова, И. И. Роль комнатных растений в профилактике заболеваний (на примере дошкольных образовательных организаций) / И. И. Новикова, Н. Ф. Чуенко // Актуальные вопросы гигиены и профилактики: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 18–19 апреля 2024 года. – Омск: Омская гуманитарная академия, 2024. – С. 125-131. – EDN BPSRSI.

12. Чуенко, Н. Ф. Влияние фитонцидных свойств комнатных растений на микрофлору воздушной среды дошкольных образовательных организаций / Н. Ф. Чуенко, И. И. Новикова // Казанский медицинский журнал. – 2024. – Т. 105, № 5. – С. 852-860. – DOI 10.17816/KMJ629566. – EDN RWMJVT.

Сведения об авторах.

Чуенко Наталья Федоровна – научный сотрудник, отдел токсикологии с санитарно-химической лабораторией, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора; e-mail: natali26.01.1983@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1961-3486> SPIN-код: 9709-3447, AuthorID: 1098794

Новикова Ирина Игоревна – профессор, доктор медицинских наук, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: novikova_ii@nig.su; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X> SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499

Савченко Олег Андреевич – к.б.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: Savchenko0a1969@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7110-7871> SPIN-код: 1029-6168, AuthorID: 426812

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ НЕИНВАЗИВНЫМИ МЕТОДАМИ

Шепелева О.А.¹, Дегтева Г.Н.¹, Новикова И.И.²

¹*ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Архангельск*

²*Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены
Роспотребнадзора, г. Новосибирск*

Результаты анкетирования студентов Северного государственного медицинского университета г. Архангельска при помощи метода полуколичественного анализа частоты потребления пищевых продуктов выявили нарушение принципов здорового питания. При опросе студенты чаще жаловались на слабость и утомляемость, раздражительность, нарушение памяти. По данным неинвазивной диагностики уровня обеспеченности тканей пищевыми веществами было высказано предположение о наличии дефицитных состояний у большинства обследованных.

Ключевые слова: студенты, питание, пищевой статус, гиповитаминозы, макроэлементозы.

HYGIENIC ASSESSMENT OF STUDENTS' NUTRITIONAL STATUS BY NONINVASIVE METHODS

O.A. Shepeleva¹, G.N. Degteva¹, I.I. Novikova²

¹*Federal State Medical University «Northern State Medical University» of the
Ministry of Health of the Russian Federation, Arkhangelsk*

²*Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk*

The results of a survey of students of the Northern State Medical University of Arkhangelsk using the method of semi-quantitative analysis of the frequency of food consumption revealed a violation of the principles of healthy nutrition. In the survey, students were more likely to complain of weakness and fatigue, irritability, and memory impairment. According to the data of noninvasive diagnostics of the level of tissue availability of nutrients, it was suggested that the majority of the examined patients had deficiency conditions.

Keywords: students, nutrition, nutritional status, vitamin deficiencies, macroelements.

Обучение студентов в высшем учебном заведении сопряжено с высокой умственной активностью, эмоциональными нагрузками и социальной адаптацией. Стрессовые ситуации, нарушение режимов сна и бодрствования, недостаточная физическая активность, нерациональное питание могут неблагоприятно отразиться на состоянии здоровья, создавая повышенный риск развития хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), и значительно ухудшить качество жизни молодых людей [1, 2]. Необходимо отметить о сохранении негативной тенденции ухудшения здоровья студенческой молодежи [3].

Питание в данных условиях становится одним из важнейших компонентов здорового образа жизни, направленным на профилактику хронических заболеваний, в том числе алиментарнозависимых. Однако на формирование пищевых привычек студентов оказывают влияние многочисленные факторы: условия проживания, материальная обеспеченность, грамотность в вопросах питания, недостаточность сна и отдыха, стресс и др. [4].

Многочисленность факторов, влияющих на выбор студентами качественного и безопасного питания, требует пристального внимания к данной проблеме, а также разработки корректирующих профилактических мероприятий, направленных на улучшение качества жизни студенческой молодежи и профилактику хронических алиментарнозависимых заболеваний не только на региональном, но и на федеральном уровне.

Цель работы: обосновать необходимость разработки коррекционных профилактических мероприятий для высших учебных заведений, направленных на улучшение пищевого статуса студентов.

Методы: Проведена оценка пищевого статуса студентов неинвазивными методами, из них девушки – 65, юноши – 21 (период ноябрь-декабрь 2024 года). Работа выполнялась в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (Выписка из протокола заседания Локального этического комитета Северного государственного медицинского университета № 08/11-18 от 28.11.2018).

Для изучения фактического питания использован метод полуколичественного анализа частоты потребления пищевых продуктов [5]. Для изучения уровня обеспечения тканей организма нутриентами (витаминами, минеральными веществами) использовали квантовый магнитно-резонансный Биоанализатор серии EVO -АКМ -1. Выявление симптомов наличия полигиповитаминозных состояний, макро-и микроэлементозов проводили при помощи осмотра и сбора анамнеза (жалобы).

Статистическая обработка результатов проводилась с применением пакета прикладных программ STATA 12.0. Проверку нормальности распределения количественных данных определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка.

Результаты и обсуждение. Результаты анкетирования по вопросам соблюдения режима питания показали, что пищу 3-4 раза в день употребляли 53,7 %, 1-2 раза в день – 26,3% студентов, остальные ответили, что питались как получится. Ежедневно завтракали только 50 % студентов. В период нахождения в университете посещали столовую или буфет – 68,8% респондентов, при этом 45% ограничивались только выпечкой. На ужин питались покупной едой 13,7% опрошенных.

При изучении фактического питания выявлен высокий удельный вес респондентов, никогда не употребляющих субпродукты (67,5%), морепродукты (45%), рыбу (33,8%), творог (35%), сливочное масло (43%). Каждый день употребляли мясо – только 55%, яйцо – 11,3%, молоко и кисломолочные продукты – 30,6%, овощи – 48,8%, фрукты – 33,8%, крупы -13,8% про-

анкетированных. Доля опрошенных, у которых колбасные изделия присутствовали в питании каждый день или через день составила 28,8%.

Наши данные о нарушении принципов здорового питания студенческой молодежью согласуются с результатами исследований других авторов [6, 7, 8, 9]. Так, изучение особенностей фактического питания студентов Оренбургского государственного медицинского университета выявило, что питание обучающихся было нерациональным и ограниченным по таким пищевым продуктам, как творог, рыба, морепродукты. Отмечено также нарушение режима питания [7]. Анкетирование первокурсников Курского государственного медицинского университета выявило, что в среднем 50% респондентов питаются 1-2 раза в день, в ежедневных рационах питания у 44,0% девушек и 64,7% юношей отсутствовала мясная и рыбная продукция, у 50% и 74 % соответственно – молочная [8]

К одному из поведенческих факторов риска развития ХНИЗ у студентов Саратовского университета отнесено нерациональное питание (нерегулярность завтраков, низкое потребление рыбы, молочных продуктов, свежих овощей и фруктов, отсутствие мяса в рационах питания у 49% обучающихся) [9].

Нарушение принципов полноценности, разнообразия, режима питания неблагоприятно отражается на работоспособности, успеваемости и состоянии здоровья студентов [6]. Недостаточное потребление мяса и мясных субпродуктов снижает обеспеченность организма высококачественным белком, витаминами (А, В₆, В₁₂, фолиевой кислотой), комплексом минеральных веществ антианемической направленности (железо, медь, кобальт, цинк), биоактивными соединениями (глутатион, убихинон, креатин, таурин, карнитин) [10].

Отсутствие в рационах питания рыбы, источника полноценного белка, эссенциальных длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3 (ω 3-ДЦПНЖК), витамина D, йода, селена ухудшает когнитивные функции [11], повышает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [12, 13].

Исследования, изучающие потребление молочных продуктов и обеспеченность организма макроэлементами кальцием, фосфором, калием, жирорастворимыми (А, D) и водорастворимыми (В1, В2, В12) витаминами выявили значимые положительные взаимосвязи [14].

Ежедневное потребление зерновых продуктов, овощей, фруктов, содержащих медленные углеводы оказывает положительное влияние на микробиоту человека [15], снижает риск развития ожирения, сахарного диабета 2 типа, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [16, 17].

Систематический обзор и метаанализ, проведенный Zahedi H с соавторами (2022г.) обнаружил значительную положительную связь между пропуском завтрака и вероятностью развития психологических расстройств, стресса, депрессии [18].

При анализе предъявляемых жалоб, было выявлено, что чаще всего студенты испытывали слабость и утомляемость. Частыми жалобами, связанными с нервной системой, были жалобы на раздражительность, нарушение памяти, головные боли, депрессию, болезненность икроножных мышц (рис.1.).

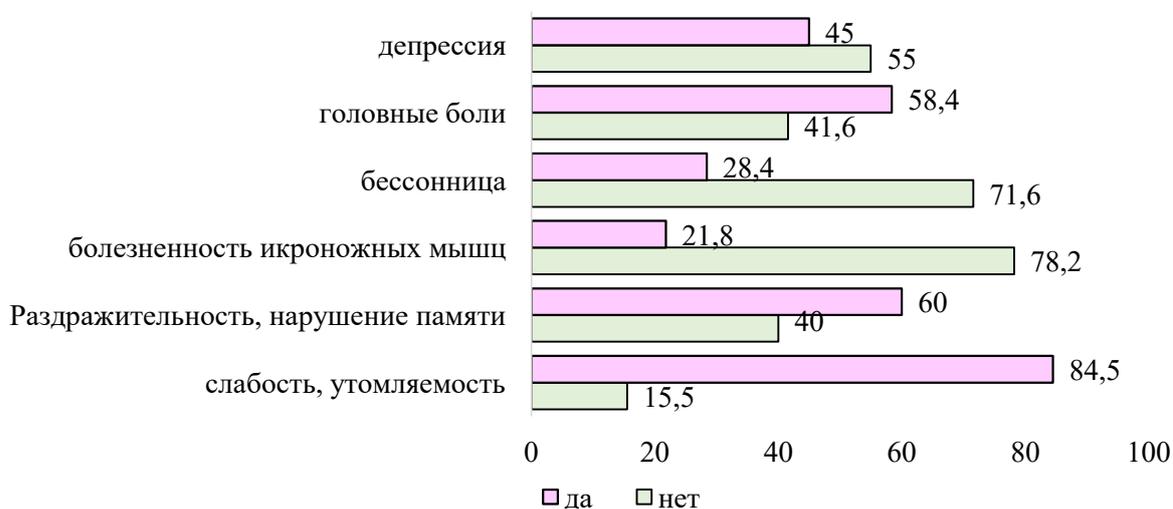


Рисунок 1. Жалобы: нервная система, %

Часть студентов ответили, что у них сухая кожа, ломкие ногти, мелкие трещины в углах рта, петехии, нарушено сумеречное зрение (рис.2.).

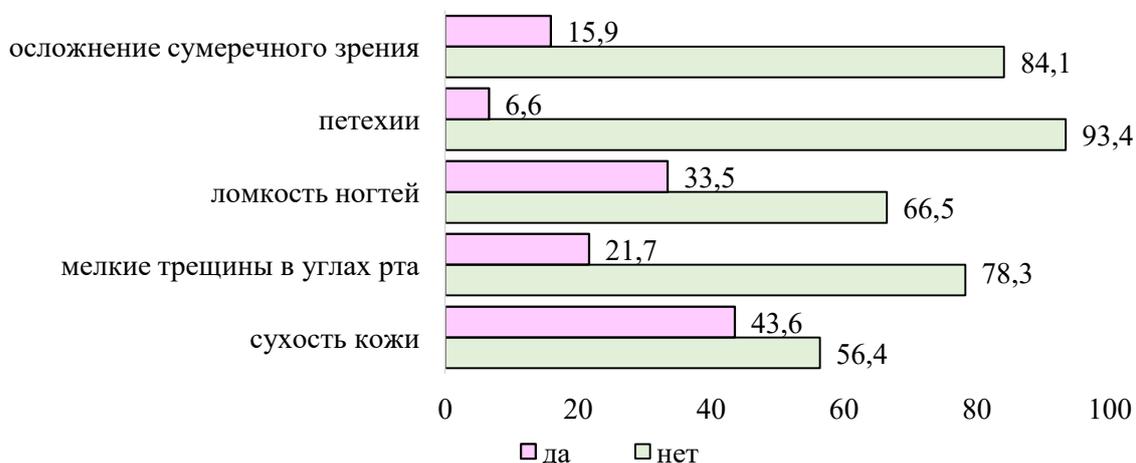


Рисунок 2- Жалобы: кожные покровы, слизистые, ногти, зрение (%)

Предъявляемые студентами жалобы могут быть связаны с любыми хроническими и алиментарно-зависимыми заболеваниями, в том числе полигиповитаминозными состояниями, макро- и микроэлементозами, которые развиваются вследствие нерационального питания. Недостаток в организме витаминов группы В может проявляться нарушением обмена веществ и процессами функционирования нервной, сердечно-сосудистой,

пищеварительной систем, изменениями со стороны соединительной ткани. При дефиците витамина А возникает осложнение сумеречного зрения. Дефицит кальция проявляется, в том числе, и ломкостью ногтей. При недостатке в организме витамина С возможно появление петехий [19, 20, 21, 22, 23].

Признаки наличия гиповитаминозных состояний, микро-и макроэлементозов также были описаны в работах других авторов [24].

Согласно анализу результатов квантового тестирования уровня обеспечения тканей организма пищевыми веществами, возможно предположить о наличии у большинства обследованных полигиповитаминозных состояний, а также латентных или проявленных дефицитов макро-микроэлементов. Доля студентов, у которых, вероятно, имеется дефицит витамина С составила 80,5%, биотина – 66,7%, витамина Е – 65,5%. Также были распространены дефициты витаминов группы В (В₁, В₂, никотинамида), витаминов А, К (табл.1).

Таблица 1 - Результаты тестирования уровня обеспечения тканей организма обследованных студентов витаминами, n = 86

Показатель	Меньше нормы, %	Диапазон нормальных значений	Min	Max	Q ₁	Медиана	Q ₃
Витамин А	55,2	0,35 - 0,40	0,30	0,39	0,32	0,34	0,36
Витамин В ₁	51,7	2,12 - 4,2	0,79	3,36	1,42	2,00	2,71
Витамин В ₂	59,8	1,55 - 2,21	1,19	1,97	1,33	1,52	1,65
Витамин В ₃	34,5	14,48 - 21,35	9,96	20,02	12,58	16,02	18,37
Витамин В ₆	29,9	0,82 - 1,94	0,39	1,80	0,74	1,11	1,42
Витамин В ₁₂	20,7	6,43- 21,4	2,26	18,07	7,22	11,16	15,21
Витамин С	80,5	4,54 - 5,02	3,22	4,82	3,49	3,95	4,42
Витамин D ₃	36,8	6,43- 21,4	4,25	6,97	4,89	5,87	6,37
Витамин Е	65,5	4,83 - 6,01	3,43	5,82	3,66	4,12	5,25
Витамин К	47,1	0,72 - 1,49	0,45	1,15	0,56	0,75	1,00
Никотинамид	57,5	2,07 - 3,31	1,07	2,56	1,65	2,04	2,26
Биотин	66,7	1,83 - 2,98	0,69	2,47	1,19	1,60	1,97
Пантотеновая кислота	24,1	1,12 - 2,1	0,82	2,01	1,11	1,44	1,66
Фолиевая кислота	31,0	1,45 - 2,25	1,31	1,87	1,39	1,55	1,68

Наибольшая распространенность дефицитных состояний по обеспечению тканей организма обследованных студентов минеральными веществами отмечена по микронутриентам антианемического комплекса: железо, медь, цинк, а также по макроэлементам калию и магнию, необходимым для хорошего функционирования сердечно-сосудистой системы (табл. 2.).

Таблица 2 - Результаты тестирования уровня обеспечения тканей организма обследованных студентов минеральными веществами, n =86

Показатель	Меньше нормы, %	Диапазон нормальных значений	Min	Max	Q ₁	Медиана	Q ₃
Кальций	9,2	1,22 - 3,02	0,80	3,02	1,67	2,59	3,00
Железо	65,5	1,15 - 1,85	0,56	1,35	0,73	0,92	1,24
Цинк	64,4	1,14 - 1,99	0,68	1,33	0,84	1,02	1,18
Селен	35,6	0,85 - 2,04	0,55	1,32	0,70	1,00	1,24
Фосфор	26,4	1,19 - 2,13	0,72	2,13	1,18	1,58	1,97
Калий	57,5	0,69 - 0,99	0,26	0,97	0,41	0,62	0,80
Магний	50,6	0,57 - 0,99	0,22	0,99	0,34	0,55	0,78
Медь	63,2	0,47 - 0,75	0,09	0,75	0,27	0,41	0,56
Кобальт	24,1	2,33 - 5,53	1,33	5,53	2,36	3,60	4,55
Йод	4,6	1,42 - 5,49	1,21	5,49	2,21	3,59	4,88
Фтор	23,0	1,95 - 4,54	1,24	4,54	2,00	2,69	3,79
Олово	6,9	1,02 - 7,63	0,63	7,62	2,42	4,22	5,99
Кремний	5,7	1,43 - 5,87	1,04	5,79	2,48	3,88	4,90

Заключение. Питание студентов Северного государственного медицинского университета, принявших участие в обследовании, характеризуется как нерациональное. Отмечено нарушение режима питания и ограничение по определенным пищевым продуктам. Так диапазон удельного веса респондентов, у которых не фигурируют в рационах питания субпродукты, морепродукты, рыба, творог, сливочное масло составил от 35% до 67,5 %. Наиболее часто студенты жаловались на слабость и утомляемость, а также на нарушения со стороны нервной системы (раздражительность, снижение памяти, головные боли), кожи (сухость) и слизистых (мелкие трещины в углах рта), нарушение темновой адаптации.

Согласно результатам квантового исследования по определению уровня обеспечения тканей организма витаминами и минеральными веществами, наиболее часто у студентов встречался дефицит витамина С, биотина, жирорастворимых (А, Е, К) и водорастворимых (В₁, В₂, никотиамида) витаминов, кроветворных микроэлементов (железо, медь, цинк), а также макроэлементов калия и магния.

Данное исследование подтверждает необходимость разработки системы коррекционных профилактических мероприятий для высших учебных заведений, направленных на улучшение пищевого статуса обучающихся, что позволит снизить риски возникновения хронических неинфекционных заболеваний.

Библиографический список

1. Сравнительный анализ частоты факторов риска хронических неинфекционных заболеваний и качества жизни у студентов-первокурсников высших и средних специ-

альных учебных заведений / О. С. Кобякова, И. А. Деев, Е. С. Куликов [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 400-409. – DOI 10.18705/1607-419X-2020-26-4-400-409. – EDN MMRQJ.

2. Кочеткова, И. В. Общий Анализ результатов социологических исследований по распространенности факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний у студентов ФГБОУ во ВГМУ им. Н.Н. Бурденко за учебный год 2022-2023 гг. / И. В. Кочеткова, Е. А. Фурсова, Ю. А. Золотарева // Профилактическая и клиническая медицина. – 2023. – № 4(89). – С. 80-85. – DOI 10.47843/2074-9120_2023__4_80. – EDN MYMJFL.

3. Состояние здоровья студенческой молодежи: тенденции, проблемы, решения / Е. В. Фазлеева, А. С. Шалавина, Н. В. Васенков [и др.] // Мир науки. Педагогика и психология. – 2022. – Т. 10, № 5. – EDN SCZANZ.

4. Almoraie NM, Alothmani NM, Alomari WD, Al-Amoudi AH. Addressing nutritional issues and eating behaviours among university students: a narrative review. *Nutr Res Rev.* Published online February 15, 2024. doi:10.1017/S0954422424000088

5. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Баева В.С. и др. Разработка метода исследования фактического питания по анализу частоты потребления пищевых продуктов: создание вопросника и общая оценка достоверности метода. *Вопросы питания.* 1998 (3): 8-13.

6. Особенности пищевого статуса и качества жизни студентов Башкирского государственного медицинского университета / А. И. Лукманова, Е. А. Поварго, Т. Р. Зулъкарнаев, А. А. Казак // *Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО.* – 2018. – № 7(304). – С. 8-11. – DOI 10.35627/2219-5238/2018-304-7-8-11. – EDN XUZXGJ.

7. Гигиеническая оценка фактического питания студентов медицинского вуза и факторов, его формирующих / А. Г. Сетко, Е. В. Булычева, Н. П. Сетко, Е. И. Носова // *Оренбургский медицинский вестник.* – 2019. – Т. 7, № 2(26). – С. 57-63. – EDN XLAKFH.

8. Шепелева, О. М. Некоторые аспекты оценки сформированности здорового образа жизни студентов-первокурсников факультета медико-профилактического дела / О. М. Шепелева // *Региональный вестник.* – 2019. – № 18(33). – С. 8-10. – EDN UPVDZP.

9. Балашова М. Е. Оценка поведенческих факторов риска хронических неинфекционных заболеваний у студентов медицинского вуза / М. Е. Балашова, Г. Н. Шеметова, Г. В. Губанова // *Саратовский научно-медицинский журнал.* – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 342-347. – EDN NYBIIW.

10. Stadnik J. (2024). Nutritional Value of Meat and Meat Products and Their Role in Human Health. *Nutrients*, 16(10), 1446. <https://doi.org/10.3390/nu16101446>

11. Ших Е.В., Махова А.А. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω -3 в профилактике заболеваний у взрослых и детей: взгляд клинического фармаколога // *Вопросы питания.* – 2019. – Т. 88, № 2. – С. 91–100.

12. Innes J.K., Calder Ph.C. Marine Omega-3 (N-3) Fatty Acids for Cardiovascular Health: An Update for 2020 // *International Journal of Molecular Sciences.* 2020. Vol. 21. P. 1362. doi: 10.3390/ijms21041362.

13. Golanski J., Szymanska P., Rozalski M. Effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids and their metabolites on haemostasis-current perspectives in cardiovascular disease // *International Journal of Molecular Sciences.* 2021. Vol. 22. doi: 10.3390/ijms22052394.

14. Mikulic, N., Khouw, I., Ng, S. A., Rojroongwasinkul, N., Vongvimeetee, N., Tran, N. T., Tran, V. K., Sekartini, R., Chandra, D. N., Poh, B. K., Wong, J. E., Singh-Povel, C. M., de Groot, N., & SEANUTS II Study Group (2024). Dairy Consumption at Breakfast among Southeast Asian Children: Associations with Nutrient Intake from the South East Asian Nutrition Surveys II (SEANUTS II). *Nutrients*, 16(19), 3229. <https://doi.org/10.3390/nu16193229>

15. Compher C. W. (2021). Fruits, vegetables, and whole grains win again. *The American journal of clinical nutrition*, 114(2), 420–421. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab171>

16. Garutti, M., Nevola, G., Mazzeo, R., Cucciniello, L., Totaro, F., Bertuzzi, C. A., Caccialanza, R., Pedrazzoli, P., & Puglisi, F. (2022). The Impact of Cereal Grain Composition on the Health and Disease Outcomes. *Frontiers in nutrition*, 9, 888974. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888974>
17. Madsen, H., Sen, A., & Aune, D. (2023). Fruit and vegetable consumption and the risk of hypertension: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European journal of nutrition*, 62(5), 1941–1955. <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03145-5>
18. Zahedi H, Djalalinia S, Sadeghi O, et al. Breakfast consumption and mental health: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutr Neurosci*. 2022;25(6):1250-1264. doi:10.1080/1028415X.2020.1853411
19. Carazo A, Macáková K, Matoušová K, Krčmová LK, Protti M, Mladěnka P. Vitamin A Update: Forms, Sources, Kinetics, Detection, Function, Deficiency, Therapeutic Use and Toxicity. *Nutrients*. 2021;13(5):1703. Published 2021 May 18. doi:10.3390/nu13051703.
20. Торшин, И. Ю. Молекулярные механизмы действия микронутриентов в поддержке соединительной ткани / И. Ю. Торшин, О. А. Громова // Верхневолжский медицинский журнал. – 2022. – Т. 21, № 3. – С. 15-20. – EDN FMIQTY.
21. Hrubša M, Siatka T, Nejmanová I, et al. Biological Properties of Vitamins of the B-Complex, Part 1: Vitamins B₁, B₂, B₃, and B₅. *Nutrients*. 2022;14(3):484. Published 2022 Jan 22. doi:10.3390/nu14030484
22. Kiani AK, Dhuli K, Donato K, et al. Main nutritional deficiencies. *J Prev Med Hyg*. 2022;63(2 Suppl 3): E93-E101. Published 2022 Oct 17. doi:10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2752
23. Malani KA, O'Brien J. Vitamin C Deficiency as a Mimicker of a Coagulation Disorder. *BMJ Case Rep*. 2024;17(2): e259310. Published 2024 Feb 27. doi:10.1136/bcr-2023-259310
24. Кругликова Е.В., Чанчаева Е.А., Айзман Р.И. Структура питания российских студентов как фактор риска развития алиментарных заболеваний. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(5): 68-80. doi: 10.29413/ABS.2021-6.5.7

Сведения об авторах.

Шепелева Ольга Анатольевна, к.м.н., доцент кафедры гигиены и медицинской экологии ФГБОУ ВО Северного государственного медицинского университета (г. Архангельск, Россия, адрес: 163069, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51); e-mail: shepelevaolangmu@mail.ru SPIN-код: 8947-5552, AuthorID: 645972, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7973-9320>

Дегтева Галина Николаевна, профессор кафедры гигиены и медицинской экологии ФГБОУ ВО Северного государственного медицинского университета (г. Архангельск, Россия, адрес: 163069, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51); e-mail: gala7d@mail.ru SPIN-код: 3606-3363, AuthorID: 635633, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3269-2588>

Новикова Ирина Игоревна, директор ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора (г. Новосибирск, Россия, адрес: 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, д. 7) SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ, В Т.Ч. ШКОЛЬНИКОВ, В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Шептунов М.С.¹, Курганова О.П.¹, Сергеева Е.Н.¹, Бурдинская Е.Н.²

¹*Управление Роспотребнадзора по Амурской области, г. Благовещенск*

²*ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Амурской области»,
г. Благовещенск*

Проанализировано потребление основных продуктов питания среди населения Амурской области (в сравнении с показателями Дальневосточного федерального округа и Российской Федерации), в соответствии с принципами оценки фактического питания Федеральной службы государственной статистики РФ и рекомендациями Министерства здравоохранения РФ по рациональным нормам потребления пищевых продуктов.

Приведены данные результатов анкетирования школьников и их родителей в рамках реализации национального проекта «Демография» в 2022/2023 учебном году (в части оценки частоты встречаемости нездоровых пищевых привычек школьников, отражающих потребление сахара, а также оценки формализованных предложений в контексте улучшения школьного питания).

Представлены рекомендации по разработке региональной программы питания.

Ключевые слова: здоровье, потребление продуктов питания, «Демография», Амурская область.

REGIONAL PECULIARITIES OF NUTRITION, INCLUDING SCHOOLCHILDREN, IN THE AMUR REGION

Sheptunov M.S.¹, Kurganova O.P.¹, Sergeeva E.N.¹, Burdinskaya E.N.²

¹*Government of Rospotrebnadzor in the Amur region, Blagoveshchensk*

²*FBUZ "Center of hygiene and epidemiology in the Amur region",
Blagoveshchensk*

The consumption of basic foodstuffs among the population of the Amur Region was analyzed (in comparison with the indicators of the Far Eastern Federal District and the Russian Federation), in accordance with the principles of assessing actual nutrition of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation and the recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation on rational standards of food consumption.

The data of the survey results of schoolchildren and their parents within the framework of the national project "Demography" in the 2022/2023 academic year are presented (in terms of assessing the frequency of unhealthy eating habits of schoolchildren reflecting sugar consumption, as well as evaluating formalized proposals in the context of improving school nutrition).

Recommendations for the development of a regional nutrition program are presented.

Keywords: health, food consumption, "Demography", Amur region.

Федеральной службой государственной статистики РФ определены методологические принципы оценки фактического питания [1].

С гигиенических позиций, особый интерес представляет анализ потребления населением, во-первых, биологически ценных продуктов пита-

ния, таких как мясо, молоко, рыба, яйцо, овощи, а во-вторых, потребление таких широко распространённых в питании, но мало полезных продуктов, как сахар и кондитерские изделия, картофель, мука и макаронные изделия.

Приказом Министерства здравоохранения РФ от 30 декабря 2022 г. N 821 "О внесении изменений в приложение к Рекомендациям по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания, утвержденным приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. N 614", определены рациональные нормы потребления пищевых продуктов, отвечающие современным требованиям здорового питания, которые представляют собой среднедушевые величины основных групп пищевых продуктов, а также их ассортимент, которые учитывают химический состав и энергетическую ценность пищевых продуктов, обеспечивают расчетную среднедушевую потребность в пищевых веществах и энергии, а также разнообразие потребляемой пищи. [2].

В таблице 1 представлен анализ потребления основных продуктов питания населения Амурской области в сравнении с Дальневосточным федеральным округом (далее - ДФО) и Российской Федерацией (далее - РФ), в сравнении с гигиеническими нормативами, согласно сведений официальных статистических данных Росстата, за 2018-2022 гг., выраженный в кг на человека в год.

Проанализировав фактическое питание населения Амурской области, можно отметить следующее.

Для жителей региона характерен недостаток потребления следующих групп пищевых продуктов и продовольственного сырья: фрукты – ниже гигиенических требований на 35%, молоко и молочные продукты – на 37%, мясо и мясопродукты – ниже гигиенических требований на 14%, овощи – на 9,3%.

Для жителей региона характерно избыточное потребление следующих групп пищевых продуктов и продовольственного сырья: сахар – превышение гигиенических требований в 4,88 раза, картофель – на 40%, хлебные продукты – на 37%, яйца – на 27%, масло растительное – на 25,8%.

Аналогичные данные были получены в 2018 году при исследовании анализа суточного потребления продуктов питания подростков, проживающих на территории Амурской области: у 60-70 % юношей и девушек отмечается дефицит молока и молочных продуктов, рыбы и морепродуктов; овощи и фрукты половина подростков получают на 45 % меньше рекомендуемой нормы; отмечено избыточное потребление кондитерских изделий и сахара у 72 % опрошенных подростков [3], а также при исследовании фактического уровня потребления в целом населения области: «...в рационе питания населения Амурской области отмечается недостаток потребления мяса и мясных продуктов, молока и молочных продуктов, фруктов и овощей. Отмечено избыточное потребление сложных углеводов – хлеба и хлебопродуктов, картофеля, яиц. Данный факт является причиной дефицита витаминов, макро- и микроэлементов и избытка быстрых углеводов» [4].

Таблица 1 - Потребления основных продуктов питания населения Амурской области в сравнении с ДФО, РФ и гигиеническими нормативами, 2018-2022 гг., кг/чел/год.

Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Темп 2022 к 2021, %	Норматив	Темп 2022 к нормативу, %
Мясо и мясопродукты, кг								
РФ	69	69	70	71	72	1,41	74	-2,70
ДФО	73	73	74	75	74	-1,33	74	0,00
АО	62	62	63	65	64	-1,54	74	-13,51
Овощи и бахчевые культуры, кг								
РФ	106	107	106	103	104	0,97	140	-25,71
ДФО	97	96	96	95	91	-4,21	140	-35,00
АО	130	130	130	124	127	2,42	140	-9,29
Фрукты, кг								
РФ	60	61	61	62	63	1,61	100	-37,00
ДФО	62	62	61	61	59	-3,28	100	-41,00
АО	70	71	72	69	65	-5,80	100	-35,00
Молоко и молочные продукты, кг								
РФ	227	232	238	239	241	0,84	322	-25,16
ДФО	200	201	204	206	204	-0,97	322	-36,65
АО	179	195	200	200	204	2,00	322	-36,65
Яйцо и яйцепродукты, шт.								
РФ	279	283	281	279	288	3,23	260	10,77
ДФО	254	257	261	262	261	-0,38	260	0,38
АО	344	336	335	323	330	2,17	260	26,92
Сахар, кг								
РФ	39	39	39	38	39	2,63	8	387,50
ДФО	35	36	36	36	35	-2,78	8	337,50
АО	38	39	40	39	39	0,00	8	387,50
Картофель, кг								
РФ	89	88	86	83	84	1,20	90	-6,67
ДФО	97	95	93	89	88	-1,12	90	-2,22
АО	134	129	129	127	126	-0,79	90	40,00
Хлеб и хлебобулочные изделия, кг								
РФ	116	115	114	113	113	0,00	97	16,49
ДФО	115	116	115	115	112	-2,61	97	15,46
АО	137	138	136	134	133	-0,75	97	37,11
Масло растительное, кг								
РФ	13,9	13,9	13,8	13,5	13,8	2,22	12	15,00
ДФО	12,2	12,2	12,2	12,2	11,9	-2,46	12	-0,83
АО	15,3	15,3	15,4	14,8	15,1	2,03	12	25,83

Данные официальной статистики подтверждаются и результатами анкетирования школьников и их родителей, проведённого в рамках реали-

зации национального проекта «Демография» в 2022/2023 учебном году, выполненных на территории Амурской области.

В таблице 2 представлена частота встречаемости нездоровых пищевых привычек школьников, отражающих потребление сахара, в т.ч. в составе разнообразных сладких блюд.

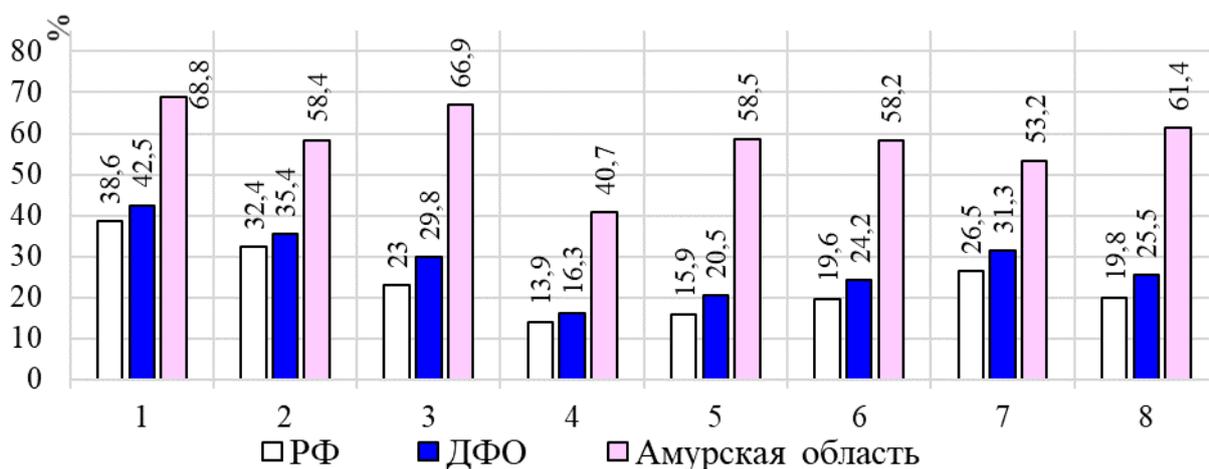
Таблица 2 - Частота встречаемости нездоровых пищевых привычек, связанных с потреблением сахара у школьников (%)

Показатели	Классы						
	Все	2	3	5	6	10	11
Привычное количество ложек сахара в горячем напитке							
Не добавляют	16,6	19,4	18,3	21,7	9,7	16,9	8,8
От 1 до 2	34,7	19,1	46	20,5	48,8	15,7	54,4
3 и более	48,7	61,5	35,7	57,8	41,5	67,4	36,8
Частота приоритета выбора блюд и продуктов детьми при перекусах вне школы и дома							
Шоколад, конфеты	30,4	19,5	35,4	21,4	33,9	22,6	45,4
Пирожные	17,9	14	19	12,5	18,7	13,9	25,9
Зефир, мармелад	16,4	16,2	16,9	11,9	17	11,9	30,6
Мороженое	54,4	51,8	58,9	54,1	53,2	41,4	63
Сладкие газированные напитки	27,9	17,8	30,4	18,3	35,5	19,1	33,3

Как видно из представленной таблицы, 48,7% школьников добавляют по 3 чайных ложки сахара в горячие напитки (как правило, в чай), причём среди учащихся 2-х и 10-х классов, данный показатель составляет 61,5% и 67,4% соответственно! При перекусах вне учебы и дома, 54,4% учеников выбирает мороженое, 30,4% - конфеты и шоколад.

В состав вышеперечисленных продуктов входит такой дисахарид, как сахароза. Натуральными источниками сахарозы в питании являются дыни, арбузы, некоторые овощи, ягоды и фрукты. Сахароза легко усваивается и быстро распадается на глюкозу и фруктозу, которые затем вовлекаются в присутствие им обменные процессы. Именно использование сахарозы в качестве компонента многих продуктов (кондитерских изделий, конфет, джемов, десертов, мороженого, прохладительных напитков) привело в настоящее время к увеличению доли моно- и дисахаридов в общем объеме поступающих углеводов в развитых странах до 50 % и выше (при рекомендуемых 20 %).

При этом удельный вес респондентов, высказавших эти предложения в регионе, был существенно выше в сравнении со средними показателями по РФ, что косвенно свидетельствует о высоком уровне неудовлетворенности обучающихся и их родителей организацией школьного питания (рис.).



Примечание: **1** – возможность выбора детьми вариантов меню или отдельных блюд в ОСНОВНОМ питании; **2** – ШВЕДСКИЙ СТОЛ; **3** – возможность приобретения горячих блюд в ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ питании; **4** – исключение из ассортимента ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО питания шоколада и кондитерских изделий; **5** – введение практики организованной выдачи обучающимся 1-4 классов молока в форме ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО питания; **6** – включение в ОСНОВНОЕ меню горячих напитков без сахара; **7** – увеличение продолжительности перемен для приема пищи до 30 минут; **8** – обслуживание детей в столовой до 17.00 часов.

Рисунок – Удельный вес респондентов, сформулировавших формализованные предложения по улучшению школьного питания (%)

С учётом выше изложенного, следует, что для населения Амурской области характерна «углеводная» модель питания, включающая в себя избыток углеводов – простых (сахароза) и сложных (крахмал), дефицит животных белков, пищевых волокон, витаминов, микро- и макроэлементов; набор суточной калорийности рациона осуществляется, преимущественно, за счёт пищевых продуктов с низкой плотностью питательных веществ, что, в свою очередь, при условии сохраняющегося уровня гиподинамии, является дополнительным фактором риска развития патологических состояний, связанных с избыточной массы тела (эндокринные заболевания, в т.ч. предожирение и ожирение, сахарный диабет, а также атеросклероз).

В результате на фоне снижающихся энергозатрат, происходит увеличение алиментарной нагрузки на поджелудочную железу вследствие увеличения работы инсулярного аппарата, повышается уровень инсулина в крови, активизируется отложение жира, нарушается липидный профиль крови. Все это способствует увеличению риска развития таких заболеваний, как сахарного диабета, ожирения и атеросклероза. [5].

При анализе официальных статистических данных показателей общей заболеваемости по обращаемости детей (0-14 лет) и подростков (15-17 лет) эндокринными заболеваниями за период 2012-2022 гг. выявлено существенное превышение таковых у детей и подростков Амурской области по сравнению со средними показателями как по ДФО, так и по РФ.

В целях минимизации последствий выявленных гигиенических отклонений в питании, необходимо:

1. Разработать региональную программу по обеспечению населения рациональным и адекватным питанием включающую:

- меры, направленные на обеспечение физической и экономической доступности для населения качественных и безопасных пищевых продуктов (свежих фруктов и овощей, рыбы, молочной продукции), способствующих устранению дефицита макро- и микронутриентов, особенно в сельской местности, а также в отдаленных и труднодоступных местах;

- меры по производству предприятиями региона пищевой продукции с повышенной биологической ценностью, обогащенной макро- и микронутриентами;

- меры по повышению удовлетворенности обучающихся и их родителей организацией питания в общеобразовательных организациях, с учётом предпочтений, выявленных в процессе исследования;

- меры по популяризации принципов здорового питания и профилактике нездорового пищевого поведения у обучающихся, связанных с нерациональным выбором блюд и продуктов, а также высокой распространенности привычки добавлять в горячие напитки более трех чайных ложек сахара.

2. Более активно использовать информационный ресурс Роспотребнадзора «Здоровое питание. РФ» в работе организованных коллективов по формированию приверженности всех контингентов населения области здоровому питанию и здоровому образу жизни.

Библиографический список

1. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики: [сайт] – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278> (дата обращения: 10.02.2025).

2. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 30 декабря 2022 г. N 821 "О внесении изменений в приложение к Рекомендациям по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания, утвержденным приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. N 614" // Гарант: [сайт]. – URL: <https://internet.garant.ru/#/document/407046116/paragraph/2/doclist/329/2/0/0/нормы%20потребления%20пищевых%20продуктов%20минздрав:11> (дата обращения: 10.02.2025).

3. Праскова Ю.А., Шкрабтак Н.В. Анализ фактического питания подростков на территории Амурской области // Сборник статей VIII Международной научно – практической конференции. Т. 1. / Пенза. 2018 С. 190 – 193

4. Корякина Н.А. Питание как один из факторов обеспечения социальной безопасности населения Амурской области // Фундаментальные исследования. 2019г. №6. С. 67 – 72

5. Королёв А.А. Гигиена питания. Учебник. – Москва: Издательский центр «Академия», 2014. – 548 с. - С. 58

Сведения об авторах.

Шептунов Михаил Сергеевич – заместитель руководителя Управления Роспотребнадзора по Амурской области, заместитель главного государственного санитарного врача по Амурской области, e-mail: info@rospotrebnadzor-amur.ru, SPIN-код: 3758-2610

Курганова Ольга Петровна – к.м.н., руководитель Управления Роспотребнадзора по Амурской области, главный государственный санитарный врач по Амурской области, e-mail: info@rospotrebnadzor-amur.ru, ORCID: 0000-0003-3010-3054

Сергеева Евгения Николаевна – начальник отдела санитарного надзора Управления Роспотребнадзора по Амурской области, e-mail: info@rospotrebnadzor-amur.ru,

Бурдинская Екатерина Николаевна – главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Амурской области», e-mail: info@rospotrebnadzor-amur.ru, ORCID: 0000-0001-9931-9203

СОДЕРЖАНИЕ СКАНДИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Щучинов Л.В.¹, Кац В.Е.², Савенко К.С.³, Новикова И.И.¹

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²АО «Алтай-Гео», Республика Алтай, г. Горно-Алтайск

³ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Барнаул

Анализ результатов лабораторных исследований поверхностных вод Республики Алтай на наличие скандия, показал, что наиболее высокая концентрация этого элемента отмечалась в воде ручья, протекающего рядом с хранилищем отходов золотодобывающего предприятия.

Ключевые слова: скандий, поверхностные воды, концентрации, экологическая оценка, Республика Алтай

SCANDIUM CONCENTRATIONS IN SURFACE WATER OF THE ALTAI REPUBLIC

Shchuchinov L.V.¹, Kats V.E.², Savenko K.S.³, Novikova I.I.¹

¹FBSI "Novosibirsk Research Institute of Hygiene", Novosibirsk

²JSC "Altai-Geo", Gorno-Altai

³Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, Barnaul

Analysis of the results of laboratory studies of surface waters of the Altai Republic for the presence of scandium showed that the highest concentration of this element was observed in the water of the stream flowing next to the waste storage facility of a gold mining enterprise.

Keywords: scandium, concentrations, surface waters, environmental assessment, the Altai Republic

В последние годы редкоземельный элемент скандий (Sc) играет очень большую роль в передовых устойчивых технологиях. Не случайно он включен в список критически важных минералов Европейским союзом (2017), Соединенными Штатами Америки (2018), Китаем (2016). В России РЗЭ также отнесены к стратегически важному сырью, что отражено в распоряжении Правительства РФ 11.07.2024 № 1838-р, которым была утверждена «Стратегия развития минерально-сырьевой базы до 2050 года». Выступая на совещании 29.07.2027 Председатель Правительства РФ Михаил Мишустин отметил необходимость обеспечения потребностей экономики в стратегических видах полезных ископаемых при существенном сокращении зависимости от иностранных поставок, добавив, «что спрос на них будет значительно увеличиваться на фоне ускоренных темпов роста оборон-

но-промышленного комплекса, металлургии, химической индустрии, строительного сектора и других ключевых отраслей». По оценке экспертов, мировая потребность в Sc в ближайшем будущем будет постоянно расти, а увеличение добычи будет способствовать загрязнению окружающей среды отходами производства [1]. Присутствие РЗЭ в поверхностных водах обусловлено как их наличием в почвах и почвообразующих породах, так и возможным загрязнением вод вредными отходами.

Цель работы – анализ содержания скандия в поверхностных водах Республики Алтай.

Пробы поверхностных вод отбирали в 2015 и 2016 годах при проведении Государственного мониторинга состояния недр (ГМСН). Исследования на наличие скандия проводились методом масс-спектрометрии в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета. Проанализированы протоколы лабораторных исследований 6 проб, из них 3 пробы были из Кош-Агачского района (2 пробы из реки Жумалы, забранные в 2015 и 2016 гг., 1 проба из реки Калгуты), 1 проба – из Улаганского района (озеро Гейзерное), 1 проба из Майминского района (озеро Манжерокское), 1 проба из Чойского района (ручей Кайчак, протекающий по территории золотодобывающего предприятия «Рудник Веселый»). Статистический анализ данных проводили в программе Microsoft Excel.

Наиболее высокая концентрация скандия (0,62 мкг/л) была выявлена в воде ручья Кайчак, который протекает у подножия дамбы хвостохранилища рудника «Веселый» (ООО «Горно-добывающая компания «Сибирь»). Высокие значения Sc в ручье (таблица) предположительно обусловлены стоками отходов золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) этого предприятия, фильтрующих через дамбу (табл.)

Таблица - Содержание скандия в некоторых поверхностных водотоках Республики Алтай

Название водотока (район)	Место отбора проб	Концентрации Sc, мкг/л	
		2015 г.	2016 г.
Ручей Кайчак (Чойский)	Подножие дамбы хвостохранилища ЗИФ	0,62	–
Озеро Манжерокское (Майминский)	Побережье озера	Ниже порога обнаружения	–
Озеро Гейзерное (Улаганский)	т/б Мёны	0,25	–
Река Жумалы (Кош-Агачский)	Исток у оз. Жумалинское	0,09	0,19
Река Калгуты (Кош-Агачский)	Калгутинское редкометалльное месторождение	0,07	–

Отходы золотосодержащих пород, добываемых в шахтах рудника «Веселый», относятся к 5 классу опасности (практически неопасные) и представляют собой водную пульпу из измельченных пород. Важно также отметить, что ещё более высокие уровни содержания скандия (0,78 мкг/л) были отмечены в подземных водах скважины на территории села Сёйка, расположенной в 3 км от рудника. Данная скважина вполне вероятно может быть пробурена в тех же породах, которые в виде пульпы хранятся на территории рудника и соответственно являются источником поступления скандия в изученные природные воды.

В связи с внедрением чувствительного метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), исследования поверхностных вод (рек и озер) на наличие РЗЭ в последние годы активизировались. В Республике Алтай подобные работы проводились в Усть-Коксинском [2, 3], Турачакском [4], Кош-Агачском районах [5]. Они показали, что содержание скандия в поверхностных водоемах Республики Алтай варьирует в довольно широких пределах от 0,01 мкг/л (и менее) до 0,29-0,48 мкг/л в бассейне р. Кучерла [2].

Скандий практически не переносится поверхностными водами, где его содержание составляет в среднем всего 0,004 мкг/л [7]. При этом в разных климатических условиях и геологических районах концентрации могут быть разными. Например, в болотных водах концентрации скандия часто значительно выше, чем в реках, из-за органических кислот, способствующих миграции элемента [8].

Таким образом, анализ собственных результатов и публикационных материалов по теме показал, что в поверхностных водах Республики Алтай содержание скандия колеблется от 0,01 мкг/л до 0,62 мкг/л. Наиболее высокое значение скандия (0,62 мкг/л) установлено в воде ручья, протекающего по территории хранилища отходов золотодобывающего рудника «Веселый» в Чойском районе, что косвенно указывает на потенциальную возможность вторичной переработки отходов этого предприятия с целью извлечения скандия. Кроме того, по-прежнему недостаточно изученной остается токсичность РЗЭ в целом и скандия в частности, поэтому необходимо более углубленное их изучение и введение нормативов (ПДК) для различных сред, в том числе для поверхностных вод. Это позволит расширить параметры контроля за добывающими предприятиями и предотвратит загрязнение окружающей среды РЗЭ.

Библиографический список

1. Wang L., Wang P., Chen W. Q., Wang Q.Q. and Lu H.S. Environmental impacts of scandium oxide production from rare earths tailings of Bayan Obo mine // J. Clean. Prod., 2020. - № 270. - P.122464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122464>
2. Бородина Е.В., Бородина У.О. Особенности состава поверхностных вод бассейна р. Кучерлы (Горный Алтай) // Водные ресурсы, 2020 (а). - Т.47. - №4. - С. 368-379.
3. Бородина Е.В., Бородина У.О. Гидроэкологические и физико-химические особенности поверхностных вод верховьев бассейна р. Катунь и оз. Тальмень (Горный Ал-

тай) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2020(6). - №4. - С. 68-81.

4. Panichev A.M., Seryodkin I.V., Kalinkin Y.N., Makarevich R.A., Stolyarova T.A., Sergievich A.A., et al. Development of the “rare-earth” hypothesis to explain the reasons of geophagy in Teletskoye Lake are kudurs (Gorny Altai, Russia) // Environmental Geochemistry and Health. 2018. - V.40. - P.1299–1316.

5. Паничев А.М., Барановская Н.В., Вах Е.А. Новые данные по химическому составу вод Джумалинского геотермального источника, Горный Алтай, Россия // Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике. - 2022. - №4. - С. 137–143. https://doi.org/10.52245/26867109_2022_4_137

6. Гордеев В.В. Речной сток в океан и черты его геохимии. – М.: Наука, 1983. – 160 с.

7. Янин Е.П. Скандий в окружающей среде (распространенность, техногенные источники, вторичные ресурсы) // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. -2007. - № 8. - С. 70–90.

Сведения об авторах.

Щучинов Леонид Васильевич, к.м.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора. Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7. Тел. 8-913-999-92-21, e-mail: leo2106@mail.ru, AuthorID: 823448, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4691-752X>

Кац Валентина Елизаровна, ведущий специалист Акционерного общества «Геологическое предприятие «Алтай-Гео» (АО «Алтай-Гео»), 649100, Республика Алтай, с. Майма, ул. Советская, дом 84. Тел. 89095087513, E-mail: KazWaly@yandex.ru, AuthorID: 606785; ORCID <https://orcid.org/0009-0002-2202-5906>

Савенко Ксения Сергеевна, научный сотрудник ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, 656038, г. Барнаул, ул. Молодёжная, 1. Тел. 89069703175, E-mail: kassisavenko@gmail.com, SPIN-код: 2358-9776; AuthorID: 881282; ORCID <https://orcid.org/0009-0004-9903-7299>

Новикова Ирина Игоревна - д.м.н., профессор, директор ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: novikova_ii@niig.su, SPIN-код: 3773-2898, AuthorID: 684499, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СКАНДИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Щучинов Л.В.¹, Кац В.Е.², Савенко К.С.³, Новикова И.И.¹

¹ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, г. Новосибирск

²АО «Алтай-Гео», Республика Алтай, г. Горно-Алтайск

³ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского
отделения Российской академии наук, г. Барнаул

В статье проанализированы результаты исследования подземных вод Республики Алтай на наличие скандия, входящего в группу редкоземельных элементов (РЗЭ), и проведен обзор публикаций о влиянии этого элемента на организм человека.

Ключевые слова: скандий, концентрации, подземные воды, биологическая роль, Республика Алтай

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SCANDIUM CONCENTRATIONS IN GROUNDWATER OF THE ALTAI REPUBLIC

Shchuchinov L.V.¹, Kats V.E.², Savenko K.S.³, Novikova I.I.¹

¹FBSI "Novosibirsk Research Institute of Hygiene", Novosibirsk

²JSC "Altai-Geo", Gorno-Altai

³Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, Barnaul

The article analyzes the results of the study of groundwater of the Altai Republic for the presence of scandium, which is part of the group of rare earth elements (REE), and provides a review of publications on the effect of this element on the human body.

Keywords: scandium, concentrations, groundwater, biological role, the Altai Republic

Скандий (Sc) – самый дорогой металл из редкоземельных элементов из-за трудностей добычи и высокой потребности в промышленности. Сплавы этого металла отличаются уникальным сочетанием прочности, плотности, легкости, устойчивости к высоким температурам и коррозии, поэтому спектр их использования постоянно расширяется. В настоящее время они применяются в аэрокосмической отрасли, самолетостроении, электро-транспорте, судостроении, электронике, в оборонной промышленности (при производстве высокоточных снарядов и приборов). В связи с ростом использования этого металла во всем мире и увеличения его добычи возрастает актуальность исследований распространенности скандия в окружающей среде (в частности, в питьевых водах) и изучения влияния этого элемента на организм человека, которое в настоящее время изучено мало. В Республике Алтай, где население потребляет подземные воды, содержание скандия в них ранее практически не исследовалось.

Цель работы – экологическая оценка содержания скандия в подземных водах Республики Алтай.

Пробы подземных вод отбирали в 2013-2024 годах во всех районах Республики Алтай и городе Горно-Алтайске при проведении Государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) и разного рода гидрогеологических работах. Исследования на наличие скандия проводились методом масс-спектрометрии в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Томского политехнического университета. Проанализированы протоколы лабораторных исследований 162 проб подземных вод. Статистический анализ данных проводили в программе Microsoft Excel, определяли минимальные, максимальные и средние концентрации элемента.

Установлено, что в подземных водах Республики Алтай среднее содержание скандия составляет 0,35 мкг/л, при вариациях от 0,055 мкг/л до 1,28 мкг/л, при этом в 26% от всех проанализированных проб концентрации скандия были ниже порога определения ($<0,01$ мкг/л). В настоящее время содержание скандия в подземных водах не нормируется, но в зоне гипергенеза горных областей среднее содержание этого элемента Шварцевым С.Л. определено на уровне 0,05 мкг/л [1]. Предметом нашего исследования были подземные воды, где концентрации скандия в 10 и более раз превышали указанное среднее мировое значение (то есть были 0,5 мкг/л и выше), а также были более чем в 1,5 раза выше регионального фона (0,35 мкг/л). В Республике Алтай было выявлено 15 объектов (таблица).

Наиболее высокие концентрации Sc установлены в трубчатом колодце села Балыкча и скважине с. Паспарта Улаганского района (1,28 и 0,74 мкг/л соответственно), в 6 скважинах и роднике села Элекмонар Чемальского района (0,55-1,08 мкг/л), в скважине села Оро Усть-Канского района (0,81 мкг/л), в скважине села Сейка Чойского района (0,78 мкг/л), в роднике села Карым Майминского района (0,69 мкг/л), в наблюдательной скважине города Горно-Алтайска (0,67 мкг/л), в скважине села Учал Турочакского района (0,55 мкг/л) и в скважине села Черга Шебалинского района (0,53 мкг/л). Так как на территории Республики Алтай фактически отсутствуют крупные промышленные предприятия, способствующие явно выраженному техногенному загрязнению, повышенные концентрации скандия в подземных водах связаны с природным фактором, т.е. его наличием в водовмещающих горных породах. Вода перечисленных 15 объектов (кроме горно-алтайской скважины) используется населением для питья, в общей сложности ее потребляет 330 человек.

Ввиду того, что скандий не участвует в жизнедеятельности организма человека, был сделан вывод, что этот элемент не является необходимым. В большинстве публикаций токсичность скандия отрицается. Однако в американском справочнике «Опасные свойства промышленных материалов» (Sax N.I., Lewis R.J., 1992) хлорид скандия классифицируется как умеренно токсичное соединение при поступлении внутрь и как яд при внутрибрюшинном заражении. Влияние скандия на организм человека пока изучено

мало, появлялись лишь разрозненные статьи в российской и зарубежной справочной печати в разные годы о токсичности скандия.

Таблица - Подземные водоисточники Республики Алтай с повышенным содержанием скандия

Населенный пункт, район	Место нахождения	Тип водоисточника	Концентрация скандия (макс.)
Горно-Алтайск	Ул. Северная	скважина	0,67000
С. Карым, Майминский	Маральник, наблюдательный	родник	0,69000
С. Сейка, Чойский	Сельское поселение	скважина	0,78000
С. Элекмонар, Чемальский	Музей	скважина	1,03000
С. Элекмонар, Чемальский	Ул. Береговая, 20	скважина	1,08000
С. Элекмонар, Чемальский	Ул. Советская, 21	скважина	0,83000
С. Элекмонар, Чемальский	Ул. Береговая, 29	скважина	0,64000
С. Элекмонар, Чемальский	Ул. Советская, 74, у военкомата	скважина	0,73000
С. Еланда, Чемальский	наблюдательная	скважина	0,55000
С. Куюм, Чемальский	Куюмовский	родник	0,57000
С. Черга, Шебалинский	МСЗ	скважина	0,53000
С. Учал Турочакский	Кордон Учал, наблюдательная	скважина	0,55000
С. Оро, Усть-Канский	школа	скважина	0,81000
С. Балыкча, Улаганский	больница	трубчатый колодец	1,28000
С. Паспарта, Улаганский	школа	скважина	0,74000

Известно, что в плазме крови Sc переносится трансферрином [2], а также он может связываться с альбумином и глобулинами [3]. В биохимических реакциях скандий, как и другие РЗЭ, может вытеснять кальций и магний [4]. Изучено негативное воздействие скандия на иммунную систему, его способность вызывать мутации в генах, а также отрицательно влиять на печень, почки, легкие, глаза, кожу [5, 6]. В частности, посмертное исследование уремической сердечной недостаточности обнаружило более высокую концентрацию Sc в сердце, чем в контрольной группе [7]. Кроме того, была изучена нефротоксичность этого элемента и выявлено, что внутрибрюшин-

ная инъекция хлорида скандия спровоцировала значительное снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) и значительное увеличение β -2-микроглобулина и *N*-ацетил-бета-*D*-глюкозаминидазы, на основании чего было сделано предположение о негативном влиянии Sc на функцию почечных канальцев [8, 9].

В то же время Кист А.А. с соавторами на основании находок скандия в волосах людей, предположил, что скандий, возможно, относится к ультрамикроэлементам, так как были выявлены положительные статистически значимые корреляции его содержания с уровнем глюкозы в крови, с индексом массы тела, систолическим и диастолическим давлением [10]. Также было показано, что низкие уровни скандия в волосах встречаются у онкологических больных и у детей с задержкой психического развития.

Описано негативное влияние РЗЭ (и скандия в частности) на здоровье людей, работающих на крупнейшем китайском руднике Баян Обо и у жителей ближайшего населенного пункта, так как было выявлено, что уровни РЗЭ в их крови, моче, костях и волосах во много раз превышают уровни контрольной группы, живущей вдали от мест добычи [11], что требует разработки экологически безопасных технологий производства и защиты окружающей среды от загрязнения отходами [11, 12].

Кроме того, в недавних экспериментах с животными (самцами крыс), было выявлено, что оксид скандия, введенный внутривенно, накапливается больше всего в легких и печени [13], причем при увеличении вводимой дозы оксида скандия показатели его выведения снижались, что также доказывает способность этого элемента к биоаккумуляции. Между тем в настоящее время уже ведутся разработки по использованию сплавов скандия в зубных протезах, костных пластинах, сердечно-сосудистых стентах, поэтому дополнительные исследования рисков для здоровья людей – настоятельное требование времени.

Таким образом, нашим исследованием было показано, в подземных водах Республики Алтай среднее содержание скандия составляет 0,35 мкг/л (колеблясь от 0,055 мкг/л до 1,28 мкг/л). Установлено 15 объектов подземных вод, где максимальные концентрации скандия в 10-25 раз превышали среднюю концентрацию в России (и в мире) и в 1,5-3,6 раза превышали среднюю концентрацию по Республике Алтай. Наиболее высокое содержание скандия было выявлено среди объектов питьевого водоснабжения Улаганского и Чемальского района. Однако для оценки пространственных закономерностей распределения скандия в подземных водах региона и подтверждения их высоких концентраций (неоднократно установленных или постоянно присутствующих) необходимы более широкие мониторинговые исследования.

Кроме того, ввиду скудности современных знаний о влиянии скандия на живые организмы, и уже известных сведений о негативном воздействии этого элемента на здоровье людей требуется более детальное изучение его биологической роли с возможным последующим установлением предельно допустимых концентраций этого элемента в воде, воздухе, почве.

Библиографический список

1. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366с.
2. Ford-Hutchinson A.W., Perkins D.J. The binding of scandium ions to transferrin in vivo and in vitro // *European Journal of Biochemistry*. – 1971. - №21(1). - P.55–59.
3. Rosoff B., Spencer H. Binding of rare earths to serum proteins and DNA // *Clinica Chimica Acta*. – 1979. - №93(3). - P.311–319. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(79\)90280-8](https://doi.org/10.1016/0009-8981(79)90280-8)
4. Brown P.H., Rathjen A.H., Graham R.D., Tribe D.E. Rare earth elements in biological systems. In: Gschneidner K.A., Eyring L., editors. *Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths*. Amsterdam. - The Netherlands, 1990. - P.423–452.
5. Horovitz C.T. *Toxicology, Carcinogenicity, and Pharmacology of Scandium and Yttrium*. New York, NY, USA: Springer; 2000. Biochemistry of scandium and yttrium, part 2: biochemistry and applications, 2000. – P.165–242.
6. Gómez-Aracena J., Martín-Moreno J.M., Riemersma R.A. et al. Association between toenail scandium levels and risk of acute myocardial infarction in European men: the EURAMIC and Heavy Metals Study // *Toxicology and Industrial Health*. - 2002. - №18(7). - P.353–360.
7. Pehrsson S.K., Lins L.E. The role of trace elements in uremic heart failure // *Nephron*. - 1983. - №34(2). – P.93–98. <https://doi.org/10.1159/000182989>
8. Tanida E, Usuda K, Kono K, et al. Urinary scandium as predictor of exposure: effects of scandium chloride hexahydrate on renal function in rats // *Biological Trace Element Research*. - 2009. - №130(3). – P.273–282. <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8337-6>
9. Sánchez-González C., López-Chaves C., Rivas-García L. et al. Accumulation of Scandium in Plasma in Patients with Chronic Renal Failure // *Scientific World Journal*. - 2013. – P. 782745. doi: 10.1155/2013/782745
10. Кист А.А., Жук Л.И., Данилова Е.А., Махмудов Е.А. К биологической роли скандия // *Микроэлементы в медицине*. – 2013. - №14(3) – С.14–17.
11. Wang L., Wang P., Chen W. Q., Wang Q.Q. and Lu H.S. Environmental impacts of scandium oxide production from rare earths tailings of Bayan Obo mine // *J. Clean. Prod.* – 2020. - №270. - P. 122464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122464>
12. Rim K.T., Koo K.H., Park J.S. Toxicological evaluations of rare earths and their health impacts to workers: A literature review // *Saf. Health Work*. – 2013. - №4. – P.12–26.
13. Assene A.N., Dieme D., Jomaa M., Côté, J. Bouchard M. Toxicokinetic study of scandium oxide in rats // *Toxicol. Lett.* - 2024. - №392. – P.56-63.

Сведения об авторах.

Щучинов Леонид Васильевич, к.м.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора. Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7. Тел. 8-913-999-92-21, e-mail: leo2106@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4691-752X>

Кац Валентина Елизаровна, ведущий специалист Акционерного общества «Геологическое предприятие «Алтай-Гео» (АО «Алтай-Гео»), 649100, Республика Алтай, с. Майма, ул. Советская, дом 84. Тел. 89095087513, E-mail: KazWaly@yandex.ru, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-2202-5906>

Савенко Ксения Сергеевна, научный сотрудник ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, 656038, г. Барнаул, ул. Молодёжная, 1. Тел. 89069703175, E-mail: kassisavenko@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0004-9903-7299>

Новикова Ирина Игоревна - д.м.н., профессор, директор ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7, e-mail: novikova_ii@niig.su, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1105-471X>

СТРЕСС НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ СОТРУДНИКОВ МНОГОПРОФИЛЬНОГО СТАЦИОНАРА

Яцына И.В.¹, Шеенкова М.В.¹, Лапина Е.А.²

¹*ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана»*

Роспотребнадзора, г. Мытищи

²*ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России*

(Пироговский Университет), г. Москва

В работе проанализированы особенности формирования профессионального выгорания медицинских работников в зависимости от напряженности трудового процесса. Авторами проведено изучение напряженности трудового процесса на рабочих местах сотрудников многопрофильного стационара. Результаты собственных исследований выявили, что 67,9% рабочих мест характеризуются превышением гигиенических нормативов по напряженности трудового процесса. Результаты исследования профессионального выгорания указывают на достижение выраженной степени эмоционального истощения в 8,15% случаев, деперсонализации в 21,0% случаев, редукции личностных достижений в 61,3% случаев. Выявлено повышение уровня профессионального выгорания при усилении напряженности трудового процесса, являющееся статистически значимым для показателя эмоционального истощения ($H=6,173$, $p = 0,049$).

Ключевые слова: медицинские работники, напряженность трудового процесса, профессиональное выгорание.

STRESS IN THE WORKPLACE: FEATURES OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL BURNOUT AMONG STAFF OF A MULTIDISCIPLINARY HOSPITAL

Yatsyna I.V.¹, Sheenkova M.V.¹, Lapina E.A.²

¹*F.F. Erisman Federal Research Center for Hygiene of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishchi*

²*Pirogov Russian National Research Medical University*

(Pirogov University), Moscow

The paper analyzes the features of the formation of professional burnout of medical workers depending on the intensity of the labor process. The authors conducted a study of the intensity of the labor process at the workplaces of employees of a multidisciplinary hospital. The results of our own research have revealed that 67.9% of workplaces are characterized by exceeding hygienic standards for the intensity of the labor process. The results of the study of professional burnout indicate the achievement of a pronounced degree of emotional exhaustion in 8.15% of cases, depersonalization in 21.0% of cases, and reduction of personal achievements in 61.3% of cases. An increase in the level of professional burnout was revealed with increased intensity of the labor process, which is statistically significant for the indicator of emotional exhaustion ($N=6.173$, $p = 0.049$).

Keywords: medical workers, labor intensity, professional burnout.

В современных медицинских организациях тактика обеспечения психологического благополучия традиционно проводится в отношении пациентов, в то время как напряженность труда медицинских работников не подлежит идентификации при проведении специальной оценки условий труда и не учитывается при планировании мероприятий по охране труда, поддержке высокого уровня психофизиологической работоспособности.

Одновременно с этим, работа в системе здравоохранения относится к числу ответственных и сложных видов деятельности, связана с высокой стрессогенностью, интеллектуальной, нервно-эмоциональной нагрузкой, часто с отсутствием регламентированных перерывов, повышенной продолжительностью рабочего дня, сменным режимом труда, в том числе работами в ночное время.

Указанные выше показатели напряженности трудового процесса характерны для условий работы медицинских специалистов. Они могут вызывать дисбаланс в психоэмоциональном состоянии, в том числе способствовать возникновению профессионального выгорания. В конечном итоге это сказывается на эффективности и качестве их профессиональной деятельности, приводит к отсутствию эмпатии в отношении пациентов и неверным клиническим решениям.

Результаты отечественных и зарубежных эпидемиологических исследований профессионального выгорания работников здравоохранения, проводимые с позиций психологии, медицины труда, организации здравоохранения, свидетельствуют о высокой распространенности стресса на рабочем месте (35-60%), значительном уровне формирования профессионального выгорания [1,2], что требует получения научных данных об особенностях психологического статуса медицинских работников с целью поиска эффективных профилактических мероприятий.

Цель работы: изучить особенности формирования профессионального выгорания медицинских работников в зависимости от напряженности трудового процесса.

В исследование вошли 62 медицинских работника: 25 врачей и 37 медицинских сестер многопрофильного стационара. Все обследованные женского пола, средний возраст составил $49,5 \pm 10,4$, средний стаж работы - $24,8 \pm 9,8$ лет.

Проведена оценка напряженности труда в соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Р 2.2.2006-05 по показателям: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, монотонность и режим труда. Оценка включала анкетирование, описание трудового процесса на рабочих местах, изучение должностных инструкций.

Для диагностики степени профессионального выгорания по категориям: эмоциональное истощение, деперсонализация и редукция профессиональных достижений использован опросник Маслач «The Maslach Burnout Inventory» (MBI), адаптированный Н.Е. Водопьяновой [3].

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3).

Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

В результате общей оценки напряженности трудового процесса, рассчитанной по 23 показателям, выявлено, что рабочие места руководителей медицинской организации, в том числе заведующих отделениями, а также врачей круглосуточного стационара со сменностью работы в виде необходимости работать в ночное время с нерегулярным графиком дежурств соответствуют классу условий труда 3.2 по напряженности трудового процесса. Высокая напряженность труда вышеуказанных медицинских работников связана с нагрузками интеллектуального, эмоционального, сенсорного характера, режимом работы.

Рабочие места этих специалистов в нашем исследовании объединили в 1 группу. Количество рабочих мест 1 группы составило 19 или 30,6% от всех рабочих мест.

Результат гигиенической оценки условий труда показал, что напряженность трудового процесса старших медицинских сестер, а также медицинских сестер круглосуточного стационара относится к вредной 1 степени. Мы объединили эти рабочие места во 2 группу, их количество составило 23 (37,1%). Напряженность труда медицинских работников, объединенных во вторую группу связана с сочетанием нагрузок интеллектуального и эмоционального характера со сменностью работы в виде необходимости работать в ночное время с нерегулярным графиком дежурств. Снижение степени напряженности труда 2 группы медицинских работников при сравнении с 1 группой связано с меньшими интеллектуальными и эмоциональными нагрузками.

При оценке условий труда палатных медицинских сестер, трудящихся в режиме рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, выявлены нагрузки, соответствующие классу 3.1 по показателям восприятие сигналов и их оценка и степень ответственности за результат собственной деятельности. значимость ошибки; сменность работы; нагрузки, соответствующие классу 3.2 по показателю: наличие регламентированных перерывов и их продолжительность. Несмотря на превышение гигиенических нормативов по отдельным показателям, результат общей оценки напряженности трудового процесса соответствует классу 2, количество рабочих мест в медицинской организации – 20, что составляет 32,3%.

С учетом вышеизложенного, а также принимая во внимание, что на каждом из оцененных нами по признаку напряженности трудового процесса рабочих мест были выявлены те или иные показатели высоких нагрузок интеллектуального, сенсорного, эмоционального характера или режимов

работы нами изучалось психологическое состояние медицинских работников с позиций влияния рабочей среды.

Диагностика степени профессионального выгорания по категориям: эмоциональное истощение, деперсонализация и редукция профессиональных достижений с применением опросника Маслач, выявила, что высокие показатели эмоционального истощения по тесту МВІ (25 баллов и выше) выявлены у 5 (8,15%) опрошенных, средний (16-24 балла) и низкий уровень (0-15 баллов) показателя - у 50 (80,6%) и 7 (11,3%) соответственно.

По шкале деперсонализации МВІ высокий уровень (11 баллов и больше) определен у 13 (21,0%), средний (6-10 баллов) - у 12 (19,4%), низкий (0-5 баллов) - у 37 (59,7%) медицинских работников.

Высокого уровня редукции профессиональных достижений (30 и меньше баллов) достигли более половины опрошенных 38 (61,3%), средний уровень (31-36 баллов) отмечен у 17 (27,4%), низкий (37 и больше баллов) - у 7 (11,3%) обследованных.

Средний балл всех обследованных по шкале эмоционального истощения МВІ Me [IQR] составил 19,00 [13,00; 23,00], по шкале деперсонализации - 7,00 [5,25; 11,00], по шкале редукции профессиональных достижений - 31,00 [26,00; 34,75].

Нами был выполнен анализ результатов теста МВІ в зависимости от напряженности трудового процесса, см. таблицу.

При сравнении показателей эмоционального истощения выявлены различия между группами обследованных. Значения шкалы МВІ обследованных, выполнявших работу в условиях превышения гигиенических нормативов по напряженности труда, соответствующих классу 3.2 составили 21,00 [13,00; 23,00] баллов и значимо превосходили показатели обследованных, трудившихся в допустимых условиях по тяжести трудового процесса 16,00 [11,00; 18,00], используемый метод: Критерий Краскела–Уоллиса равен 6,173, $p = 0,049$ (табл.).

Таблица – Анализ показателей МВІ в зависимости от напряженности трудового процесса.

Показатели МВІ, баллы	Класс условий труда	Напряженность трудового процесса			Н	р
		Me	Q ₁ – Q ₃	n		
Эмоциональное истощение	класс 2	16,00	11,00–18,25	20	6,17	0,049
	класс 3.1	19,00	17,00–28,00	23		
	класс 3.2	21,00	13,00–23,00	19		
Деперсонализация	класс 2	6,00	4,00–12,25	20	1,21	0,546
	класс 3.1	7,00	4,00–11,50	23		
	класс 3.2	9,00	6,00–11,00	19		
Редукция профессиональных достижений	класс 2	33,00	31,00–36,00	20	4,37	0,112
	класс 3.1	31,00	27,00–34,00	23		
	класс 3.2	27,50	24,00–34,00	19		

При сравнении показателей деперсонализации и редукции профессиональных достижений в зависимости от напряженности труда отмеча-

лось нарастание значений указанных шкал при превышении гигиенических нормативов производственного процесса, но нам не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,546$, $p = 0,112$ соответственно).

В результате общей оценки напряженности трудового процесса, рассчитанной по 23 показателям, выявлено, что труд 30,6% медицинских работников соответствует классу 3.2 по напряженности трудового процесса, 37,1% рабочих мест относятся к классу 3.1 по напряженности труда. Допустимый уровень напряженности труда определен в 32,3% от общего числа обследованных рабочих мест. Одновременно следует подчеркнуть, что на каждом рабочем месте определялись производственные факторы, создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения), но не достигающие значения вредного класса при общей оценке напряженности трудового процесса.

Изменения психологического состояния медицинских работников в виде достижения высоких показателей профессионального выгорания отмечены в 8,15% случаев по шкале эмоционального истощения, в 21,0% случаев по шкале деперсонализации, в 61,3% по шкале редукции личностных достижений.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что частота формирования эмоционального истощения увеличивается в условиях повышенной напряженности труда.

Библиографический список

1. Сафонов, А. Л. Актуальные вопросы внедрения механизма профилактики профессионального выгорания и стресса на рабочем месте в систему охраны труда и управления персоналом / А. Л. Сафонов, Д. Н. Платыгин, А. А. Чуркина // Труд и социальные отношения. – 2016. – Т. 27, № 6. – С. 169-192.

2. Хальфин, Р. А. Профессиональное выгорание медицинских работников: актуальный вопрос управления системой здравоохранения / Р. А. Хальфин, П. С. Смольникова, А. С. Столкова // Национальное здравоохранение. – 2023. – Т. 4, № 2. – С. 40-46. – DOI 10.47093/2713-069X.2023.4.2.40-46.

3. Суханова, Е. И. Профессиональное выгорание медицинских сотрудников и его диагностика / Е. И. Суханова // Неонатология: новости, мнения, обучение. – 2022. – Т. 10, № 2(36). – С. 55-60. – DOI 10.33029/2308-2402-2022-10-2-55-60.

Сведения об авторах.

Яцына Ирина Васильевна, доктор мед. наук, проф., заместитель директора по научной работе ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Московская область, Россия. E-mail: yatsyna.iv@fncg.ru, SPIN-код: 7260-8998, AuthorID: 490486, <https://orcid.org/0000-0002-8650-8803>,

Шеенкова Мария Викторовна, канд. мед. наук, зав. терапевтическим отделением Института общей и профессиональной патологии им. акад. РАМН А.И. Потапова ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Московская область, Россия, E-mail: sheenkova.mv@fncg.ru; SPIN-код: 7587-0410, AuthorID: 735465, <https://orcid.org/0000-0002-4266-9410>

Лапина Екатерина Андреевна, студент 4 курса педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет), Москва, Россия, E-mail: lapina.katya@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Новикова И. И., Куликова О. М.</i> ЦИФРОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАССИВОВ О ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДЕ ОБИТАНИЯ – СОВРЕМЕННЫЕ РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	3
<i>Огудов А.С.</i> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИЕЙ В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ ФАЗЕ РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ	8
<i>Песков С.А., Бравве Ю.И., Домрачева Е.В., Байкалов И.О., Масленников А.Б., Потеряева Е.Л., Смирнова Е.Л.</i> НИКИФОРОВА Н.Г. ПАЦИЕНТОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ И ВЕРИФИКАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ	15
<i>Плотникова О.В., Усатов А.Н., Родькин В.П.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ НЕКОТОРЫХ ТИПОГРАФСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ОМСКОМ РЕГИОНЕ	21
<i>Портнов Н.М., Горелова Ж.Ю.</i> ПИЩЕВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ФЕДЕРАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ.....	26
<i>Приходько А.Ю., Герасимов С.Н., Айзман Р.И.</i> ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ЮНОШЕЙ НЕСПОРТСМЕНОВ И КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПЛОВЦОВ ПОСЛЕ СТУПЕНЧАТОЙ ТРЕДБАНОМЕТРИИ ДО ОТКАЗА	32
<i>Приходько А.Ю., Герасимов С.Н., Айзман Р.И.</i> ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗДОРОВЫХ ЮНОШЕЙ И СПОРТСМЕНОВ ПЛОВЦОВ ПОСЛЕ РАМП-ТЕСТА ДО ОТКАЗА	36
<i>Приходько А.Ю., Еремин В.Г., Романенко С.П.</i> СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СРЕЗАХ ВОЛОС У ДЕТЕЙ 9-12 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДЫ ПРОЖИВАНИЯ	40
<i>Пушкарева М.В., Турбинский В.В., Ширяева М.А.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	43

<i>Радоуцкая Е.Ю., Свечкаръ П.Е., Онищук Я.И., Шмыгун М.В.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРАЖЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ТЕМПА СТАРЕНИЯ И КОМОРБИДНОЙ ПАТОЛОГИИ У БОЛЬНЫХ С ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И У ТРУДОСПОСОБНЫХ ПАЦИЕНТОВ, ПРОХОДИВШИХ ПЕРИОДИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ОСМОТР	48
<i>Рапопорт И.К.</i> ЗНАЧЕНИЕ ЛОНГИТУДИНАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗДОРОВЬЕМ ДЕТЕЙ В ГИГИЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	53
<i>Рахимова А.Р., Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б., Степанов Е.Г.</i> ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ НЕСООТВЕТСТВИЙ КАЧЕСТВУ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ВОДЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	62
<i>Рахмонбердиев М.А., Кучкарова Б.К., Уббинязова К.Т.</i> АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ГИГИЕНУ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ	70
<i>Рождественская Л.Н.</i> ИНДЕКСЫ ЗДОРОВОГО И КАЧЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ	75
<i>Русаков В.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ НА РАЗВИТИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА У НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	83
<i>Русаков В.Н., Сетко А.Г.</i> ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	86
<i>Рябова Ю.В., Каримов Д.О., Ретина Э.Ф.</i> КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ПЕЧЕНИ ДЛЯ ПОИСКА НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ ПУТЕЙ ИХ КОРРЕКЦИИ	90

*Савченко О.А., Костюк И.И., Кропотов И.Ю.,
Савченко О.А., Савченко О.О.*
ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ - ДОЛГОЛЕТИЕ – ПРОФИЛАКТИКА
УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ - БИОМАРКЕРЫ 95

Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А., Савченко О.О.
О РЕЗУЛЬТАТАХ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОТЕКТИВНЫХ
СВОЙСТВ ВИТАМИНОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА МОРФОГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРЕННИХ
ОРГАНОВ КРЫС WISTAR В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ХОЛОДОВОГО ФАКТОРА И НЕОБЫЧНОГО
СВЕТОВОГО РЕЖИМА..... 102

*Савченко О.А., Новикова И.И., Потеряева Е.Л.,
Чуенко Н.Ф., Плотникова О.В., Савченко О.А.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ БИОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ
ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ 110

*Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Плотникова О.В.,
Савченко О.А., Савченко О.О.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МОЧИ
КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ
ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ..... 122

*Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф.,
Плотникова О.В., Савченко О.А.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРМОНАЛЬНОГО СОСТАВА
СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ
ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ 134

*Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А.,
Плотникова О.В., Савченко О.О.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ МОРФОГИСТОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ
ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ 141

*Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф.,
Куликова О.М., Савченко О.А., Савченко О.О.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО
ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДЛИНЫ ТЕЛОМЕР КРЫС
WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ
ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....149

*Савченко О.А., Новикова И.И., Чуенко Н.Ф.,
Рева М.В., Савченко О.А., Савченко О.О.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ
КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ ПЕРИОДИЧЕСКОМУ
ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ157

*Савченко О.А., Новикова И.И., О.В. Плотникова, Чуенко Н.Ф.,
Савченко О.А., Савченко О.О., Рева М.В.*
О РЕЗУЛЬТАТАХ ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
КОСТНОГО МОЗГА КРЫС WISTAR ПОДВЕРГАВШИХСЯ
ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ИЗОЛИРОВАННОМУ 180-ДНЕВНОМУ
ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ.....165

Санникова О.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ
МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА173

Серебряков В.В., Намозова Г.И.
ГИГИЕНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ.....178

Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г., Лукьянов С.Э.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ СТРЕССА
У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ183

Сетко А.Г., Немова О.А., Батенев Н.А.
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПИЩЕВОГО СТАТУСА
КАК ПОКАЗАТЕЛЯ АДЕКВАТНОСТИ ПИТАНИЯ В СИСТЕМЕ
СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА193

<i>Сетко А.Г., Русаков В.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПИТАНИЯ ГОРНОРАБОЧИХ НА РАЗВИТИЕ АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	198
<i>Сорокина А.В., Новикова И.И., Романенко С.П.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	202
<i>Сюрин С.А., Ковшов А.А., Кирьянова М.Н., Никанов А.Н.</i> ПНЕВМОКОНИОЗ: СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ СТАРЕЙШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ.....	212
<i>Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Савченко О.А.</i> ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	220
<i>Чуенко Н.Ф., Новикова И.И., Савченко О.А.</i> ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ДЕТСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ: РОЛЬ РАСТЕНИЙ В УЛУЧШЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ	227
<i>Шепелева О.А., Дегтева Г.Н., Новикова И.И.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО СТАТУСА СТУДЕНТОВ НЕИНВАЗИВНЫМИ МЕТОДАМИ	232
<i>Шептунов М.С., Курганова О.П., Сергеева Е.Н., Бурдинская Е.Н.</i> РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ, В Т.Ч. ШКОЛЬНИКОВ, В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ	240
<i>Щучинов Л.В., Кац В.Е., Савенко К.С., Новикова И.И.</i> СОДЕРЖАНИЕ СКАНДИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ.....	247
<i>Щучинов Л.В., Кац В.Е., Савенко К.С., Новикова И.И.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СКАНДИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ	251
<i>Яцына И.В., Шеенкова М.В., Лапина Е.А.</i> СТРЕСС НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ СОТРУДНИКОВ МНОГОПРОФИЛЬНОГО СТАЦИОНАРА.....	256

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ
И ПРОФИЛАКТИКИ

Всероссийская научно-практическая конференция,
посвященная 95-летию ФБУН «Новосибирский
НИИ гигиены» Роспотребнадзора

Сборник статей

Часть 2

Новосибирск, 27–28 февраля 2025 г.

Статьи сборника печатаются в авторской редакции

Подписано в печать 04.04.2025.

Бумага офсетная. Формат 60×84/16.

Печ. л. 16,75. Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 100 экз. Заказ 36.

Омская гуманитарная академия 644105, Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а.

Отпечатано в полиграфическом отделе издательства
Омской гуманитарной академии.
644105, Омск, ул. 4-я Челюскинцев, 2а, тел. 28-47-43.