

ISSN 2219-5238 (Print)
ISSN 2619-0788 (Online)



ЗНисО

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И СРЕДА ОБИТАНИЯ

Том 29 · 2021

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya – ZNiSO

Volume 29 · 2021

№ 12

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Основан в 1993 г.

16+

Учредитель

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
(ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора)

Журнал входит в рекомендованный Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК) Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Журнал зарегистрирован в Ульрихском международном каталоге периодики (Uirich's Periodicals Directory), входит в коллекцию Национальной медицинской библиотеки (США).

Журнал представлен на платформах агрегаторов «eLIBRARY.RU», «КиберЛенинка», входит в коллекцию реферативно-аналитической базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), баз данных: Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, РГБ, Dimensions, LEWS.ORG;

полные тексты научных публикаций журнала индексируются
в поисковой системе Академия Google (Google Scholar).

Москва · 2021

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых комму-
никаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации
средства массовой информа-
ции ПИ № ФС 77-71110 от
22 сентября 2017 г. (печатное
издание)

Учредитель: Федеральное
бюджетное учреждение здра-
воохранения «Федеральный
центр гигиены и эпидемиоло-
гии» Федеральной службы по
надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия
человека

Цель: публикация основных
результатов научных исследова-
ний и практических достижений
в области гигиены, эпидемио-
логии, общественного здоровья
и здравоохранения, медицины
труда, социологии медицины,
медико-социальной экспертизы
и медико-социальной реабили-
тации на российском и между-
народном уровне.

Задачи журнала:

- ✦ Освещать новые научные
результаты, имеющие суще-
ственное значение в области
обеспечения санитарно-эпиде-
миологического благополучия
человека.
- ✦ Обеспечивать обмен опытом
отечественных и зарубежных
авторитетных ученых, работаю-
щих в предметных областях
общественного здоровья и
профилактической медицины.
- ✦ Создавать среду открытости
и доступности для широкого
освещения результатов научных
работ аспирантов, соискателей,
претендующих на защиту
диссертаций и получение
ученых степеней.

Для публикации в журнале:

статьи в электронном виде должны
быть отправлены через личный
кабинет автора на сайте [https://
zniso.fcgi.ru/](https://zniso.fcgi.ru/)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А.Ю. Попова

Д.м.н., проф., Заслуженный врач Российской Федерации; Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главный государственный санитарный врач Российской Федерации; заведующий кафедрой организации санитарно-эпидемиологической службы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора В.Ю. Ананьев

К.м.н.; Главный врач ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора; доцент кафедры организации санитарно-эпидемиологической службы ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора Г.М. Трухина

Д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; заведующий отделом микробиологических методов исследования окружающей среды института комплексных проблем гигиены ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)

Ответственный секретарь Н.А. Горбачева

К.м.н.; заместитель заведующего учебно-издательским отделом ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)

В.Г. Акимкин д.м.н., проф., академик РАН, Заслуженный врач Российской Федерации; директор ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора; заведующий кафедрой дезинфектологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, Российская Федерация)

Е.В. Ануфриева д.м.н., доц.; доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения, декан медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, главный детский внештатный специалист по медицинской помощи в образовательных организациях Минздрава России по Уральскому федеральному округу (г. Екатеринбург, Российская Федерация)

А.М. Большаков д.м.н., проф. (г. Москва, Российская Федерация)

Н.В. Зайцева д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный руководитель ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь, Российская Федерация)

П.Ф. Кики д.м.н., к.т.н., проф.; директор департамента общественного здоровья и профилактической медицины, Школа биомедицины ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» Минобрнауки России (г. Владивосток, Российская Федерация)

О.Ю. Милушкина д.м.н., доц.; проректор по учебной работе ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Н.В. Рудаков д.м.н., проф., акад. РАЕН; директор ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора; заведующий кафедрой микробиологии и вирусологии с курсом иммунологии ФГБОУ ВО Омский ГМУ Минздрава России (г. Омск, Российская Федерация)

О.Е. Троценко д.м.н.; директор ФБУН «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора (г. Хабаровск, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В.А. Алешкин д.б.н., проф.; научный руководитель ФБУН «Московский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского» Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)

А.В. Алехнович д.м.н., проф.; заместитель начальника ФГБУ «Третий центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского» Минобороны России по исследовательской и научной работе (г. Москва, Российская Федерация)

С.В. Балахонов д.м.н., проф.; директор ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора (г. Иркутск, Российская Федерация)

Н.А. Бокарева д.м.н., доц.; доцент кафедры гигиены педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

Е.Л. Борщук д.м.н., проф.; заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения №1 ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Оренбург, Российская Федерация)

Н.И. Брико д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; директор института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, заведующий кафедрой эпидемиологии и доказательной медицины ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, Российская Федерация)

В.Б. Гурвич д.м.н., Заслуженный врач Российской Федерации; научный руководитель ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (г. Екатеринбург, Российская Федерация)

Т.К. Дзагурова д.м.н.; заведующий лабораторией геморрагических лихорадок ФГБНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита) (г. Москва, Российская Федерация)

С.Н. Киселев д.м.н., проф.; декан лечебного факультета, профессор кафедры общественного здоровья и организации здравоохранения ФГАОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Хабаровск, Российская Федерация)

О.В. Клепиков д.б.н., проф.; профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж, Российская Федерация)

В.Т. Комов д.б.н., проф.; заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН» (п. Борок, Ярославская обл., Российская Федерация)

Э.И. Коренберг д.б.н., проф., акад. РАЕН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; заведующий лабораторией переносчиков инфекций ФГБУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)

В.М. Корзун	д.б.н.; заведующий зоолого-паразитологическим отделом ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени НИИ противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора (г. Иркутск, Российская Федерация)
Е.А. Кузьмина	к.м.н.; заместитель главного врача ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора (г. Москва, Российская Федерация)
В.В. Кутырев	д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»» Роспотребнадзора (г. Саратов, Российская Федерация)
Н.А. Лебедева-Несевря	д.социол.н., доц.; заведующий лабораторией методов анализа социальных рисков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (г. Пермь, Российская Федерация)
А.В. Мельцер	д.м.н., проф.; проректор по медико-профилактическому направлению ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Н.В. Полунина	д.м.н., проф., акад. РАН; заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения имени академика Ю.П. Лисицына педиатрического факультета ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
Л.В. Прокопенко	д.м.н., проф.; главный научный сотрудник отдела по изучению гигиенических проблем в медицине труда ФГБУН «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (г. Москва, Российская Федерация)
И.К. Романович	д.м.н., проф., акад. РАН; директор ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзеева» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
В.Ю. Семенов	д.м.н., проф.; заместитель директора по организационно-методической работе Института кардиохирургии им. В.И. Бураковского ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России (г. Москва, Российская Федерация)
С.А. Судьин	д.социол.н.; заведующий кафедрой общей социологии и социальной работы факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
А.В. Суров	д.б.н., членкор РАН; заместитель директора, заведующий лабораторией сравнительной эволюции биокommunikации ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» РАН (г. Москва, Российская Федерация)
В.А. Тутельян	д.м.н., проф., акад. РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; научный руководитель ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (г. Москва, Российская Федерация)
В.П. Чашин	д.м.н., проф., Заслуженный деятель науки Российской Федерации; главный научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
А.Б. Шевелев	д.б.н.; главный научный сотрудник группы биотехнологии и геномного редактирования Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН (г. Москва, Российская Федерация)
Д.А. Шпилев	д.социол.н., доц.; профессор кафедры общей социологии и социальной работы ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация)
М.Ю. Щелканов	д.б.н., доц.; директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова» Роспотребнадзора, заведующий лабораторией экологии микроорганизмов с Международным научно-образовательным Центром биологической безопасности Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета, заведующий лабораторией вирусологии ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (г. Владивосток, Российская Федерация)
В.О. Щепин	д.м.н., проф., членкор РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации; заведующий отделом стратегического анализа в здравоохранении ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко» (г. Москва, Российская Федерация)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

М.К. Амрин	к.м.н., доц.; заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Азербайджанского медицинского университета (г. Алматы, Республика Казахстан)
К. Баждарич	доктор психологии; старший научный сотрудник кафедры медицинской информатики медицинского факультета Университета Риеки (г. Риека, Хорватия)
М.А. оглы Казимов	д.м.н., проф.; заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Азербайджанского медицинского университета (г. Баку, Азербайджан)
И. Томассен	Cand. real. (аналит. химия), старший советник Национального института гигиены труда (г. Осло, Норвегия); ведущий ученый лаборатории арктического биомониторинга Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова (САФУ) (г. Архангельск, Российская Федерация)
А.М. Цацакис	доктор философии (органическая химия), доктор наук (биофармакология), профессор, иностранный член Российской академии наук, полноправный член Всемирной академии наук, почётный член Федерации европейских токсикологов и европейских обществ токсикологии (Eurotox); заведующий кафедрой токсикологии и судебно-медицинской экспертизы Школы медицины Университета Крита и Университетской клиники Ираклиона (г. Ираклион, Греция)
С.И. Сычик	к.м.н., доц.; директор Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (г. Минск, Беларусь)
Ю.О. Удланд	доктор философии (мед.), профессор глобального здравоохранения, Норвежский университет естественных и технических наук (г. Тронхейм, Норвегия); председатель Группы по оценке состояния здоровья человека Программы арктического мониторинга и оценки (АМАП), Университет Тромсё (г. Тромсё, Норвегия)
Г. Ханн	доктор философии (мед.), профессор; президент Медицинского общества им. Р. Коха (г. Берлин, Германия)

Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО

Рецензируемый
научно-практический журнал

Том 29 № 12 2021

Основан в 1993 г.

Все права защищены. Перепечатка и любое воспроизведение материалов и иллюстраций в печатном или электронном виде из журнала ЗНиСО допускается только с письменного разрешения учредителя и издателя – ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора.

При использовании материалов ссылка на журнал ЗНиСО обязательна.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. Ответственность за достоверность информации, содержащейся в рекламных материалах несут рекламодатели.

Контакты редакции:

Адрес редакции:
117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 19А
ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора
E-mail: zniso@fcgi.ru
Сайт журнала: <https://zniso.fcgi.ru/>
Тел.: (495) 633-1817 доб. 240
факс: (495) 954-0310

Редактор Я.О. Кин
Корректор Л.А. Зелексон
Переводчик О.Н. Лежнина
Верстка Е.В. Ломанова

Журнал распространяется по подписке
Подписной индекс по каталогу агентства «Урал-Пресс» – 40682
Статьи доступны на сайте:
<https://www.elibrary.ru>

По вопросам размещения рекламы в номере обращаться: zniso@fcgi.ru, тел.: (495) 633-1817

Опубликовано 15.12.2021
Формат издания 60x84/8
Печ. л. 11,5
Периодичность – 12 раз в год
Плановый тираж 1000 экз.
Цена свободная

Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 7–92.
Статьи индексируются с помощью идентификатора цифрового объекта (DOI).
Префикс DOI: 10.35627

Отпечатано в типографии
ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора,
117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 19А

© ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2021

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor). Certificate of Mass Media Registration PI No. FS 77-71110 of September 22, 2017 (print edition)

Founder: Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Federal Budgetary Health Institution of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor)

The purpose of the journal is to publish main results of scientific research and practical achievements in hygiene, epidemiology, public health and health care, occupational medicine, sociology of medicine, medical and social expertise, and medical and social rehabilitation at the national and international levels.

The main objectives of the journal are:

- ✦ To highlight new scientific results that are of significant importance for securing sanitary and epidemiological wellbeing of the population;
- ✦ To ensure experience exchange between domestic and foreign scientists working in the subject areas of public health and preventive medicine;
- ✦ To create an environment of openness and to provide access to research results of postgraduates and applicants defending dissertations to obtain academic degrees.

Electronic manuscript submission at <https://zniso.fcgi.ru/>

EDITORIAL BOARD

Anna Yu. Popova, Editor-in-Chief

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation; Head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Head of the Department for Organization of Sanitary and Epidemiological Service, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

Vasily Yu. Ananyev, Deputy Editor-in-Chief

Cand. Sci. (Med.); Head Doctor of the Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Assoc. Prof. of the Department for Organization of Sanitary and Epidemiological Service, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

Galina M. Trukhina, Deputy Editor-in-Chief

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Head of the Department of Microbiological Methods of Environmental Research, Institute of Complex Problems of Hygiene, F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene, Moscow, Russian Federation

Nataliya A. Gorbacheva, Executive Secretary

Cand. Sci. (Med.); Deputy Head of the Department for Educational and Editorial Activities, Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation

Vasily G. Akimkin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation; Director of the Central Research Institute of Epidemiology; Head of the Department of Disinfectology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
Elena V. Anufrieva	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Public Health and Health Care, Dean of the Faculty of Preventive Medicine, Ural State Medical University; Chief Freelance Specialist in Medical Care in Educational Institutions of the Russian Ministry of Health in the Ural Federal District, Yekaterinburg, Russian Federation
Alexey M. Bolshakov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russian Federation
Nina V. Zaitseva	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Scientific Director of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation
Pavel F. Kiku	Dr. Sci. (Med.), Cand. Sci. (Tech.), Professor; Director of the Department of Public Health and Preventive Medicine, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation
Olga Yu. Milushkina	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Vice-Rector for Academic Affairs, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Nikolai V. Rudakov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation; Director of the Omsk Research Institute of Natural Focal Infections; Head of the Department of Microbiology and Virology with a Course in Immunology, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation
Olga E. Trotsenko	Dr. Sci. (Med.), Director of the Khabarovsk Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Khabarovsk, Russian Federation

EDITORIAL COUNCIL

Vladimir A. Aleshkin	Dr. Sci. (Biol.), Professor; Scientific Director of Gabrichesky Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation
Alexander V. Alekhovich	Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Head for Research and Scientific Work, Vishnevsky Third Central Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation
Sergey A. Balakhonov	Dr. Sci. (Med.), Professor; Director of Irkutsk Anti-Plague Research Institute, Irkutsk, Russian Federation
Natalia A. Bokareva	Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Hygiene, Pediatric Faculty, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Evgeniy L. Borshchuk	Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the First Department of Public Health and Health Care, Orenburg State Medical University, Orenburg, Russian Federation
Nikolai I. Briko	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Director of F.F. Erisman Institute of Public Health; Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation
Vladimir B. Gurvich	Dr. Sci. (Med.), Honored Doctor of the Russian Federation; Scientific Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Yekaterinburg, Russian Federation
Tamara K. Dzagurova	Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Hemorrhagic Fevers, Chumakov Federal Scientific Center for Research and Development of Immunobiological Preparations (Institut of Polyomielitis), Moscow, Russian Federation
Sergey N. Kiselev	Dr. Sci. (Med.), Professor; Dean of the Faculty of Medicine, Professor of the Department of Public Health and Health Care Organization, Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation
Oleg V. Klepikov	Dr. Sci. (Biol.), Professor; Professor of the Department of Geocology and Environmental Monitoring Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation
Victor T. Komov	Dr. Sci. (Biol.), Professor; Deputy Director for Research, I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters, Borok, Yaroslavl Region, Russian Federation
Eduard I. Korenberg	Dr. Sci. (Biol.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Head of the Laboratory of Disease Vectors, Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation
Vladimir M. Korzun	Dr. Sci. (Biol.); Head of the Zoological and Parasitological Department, Irkutsk Anti-Plague Research Institute of Siberia and the Far East, Irkutsk,

Elena A. Kuzmina	Russian Federation Cand. Sci (Med.); Deputy Head Doctor, Federal Center for Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation
Vladimir V. Kutyrev	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director of the Russian Anti-Plague Research Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation
Natalia A. Lebedeva-Neseyeva	Dr. Sci. (Sociol.), Assoc. Prof.; Head of the Laboratory of Social Risk Analysis Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation
Alexander V. Meltser	Dr. Sci. (Med.), Professor; Vice-Rector for Preventive Medicine, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation
Natalia V. Polunina	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Head of Yu.P. Lisitsyn Department of Public Health and Health Care, Pediatric Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
Lyudmila V. Prokopenko	Dr. Sci. (Med.), Professor; Chief Researcher, Department for the Study of Hygienic Problems in Occupational Health, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation
Ivan K. Romanovich	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; Director of St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev, Saint Petersburg, Russian Federation
Vladimir Yu. Semenov	Dr. Sci. (Med.), Professor; Deputy Director for Organizational and Methodological Work, V.I. Burakovskiy Institute of Cardiac Surgery, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation
Sergey A. Sudyin	Dr. Sci. (Sociol.); Head of the Department of General Sociology and Social Work, Faculty of Social Sciences, National Research Lobachevsky State University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Alexey V. Surov	Dr. Sci. (Biol.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Deputy Director of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Head of the Laboratory for Comparative Ethology of Biocommunication, Moscow, Russian Federation
Victor A. Tutelyan	Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Scientific Director of the Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation
Valery P. Chashchin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation; Chief Researcher, North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russian Federation
Alexey B. Shevelev	Dr. Sci. (Biol.); Chief Researcher, Biotechnology and Genomic Editing Group, N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Moscow, Russian Federation
Dmitry A. Shpilev	Dr. Sci. (Sociol.), Assoc. Prof.; Professor of the Department of General Sociology and Social Work, N.I. Lobachevsky National Research State University, Nizhny Novgorod, Russian Federation
Mikhail Yu. Shchelkanov	Dr. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.; Director of G.P. Somov Institute of Epidemiology and Microbiology, Head of the Laboratory of Ecology of Microorganisms with the International Scientific and Educational Center for Biological Safety, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University; Head of the Virology Laboratory, Federal Research Center for East Asia Terrestrial Biota Biodiversity, Vladivostok, Russian Federation
Vladimir O. Shchepin	Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation; Head of the Department of Strategic Analysis in Health Care, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, Russian Federation

FOREIGN EDITORIAL COUNCIL

Meiram K. Amrin	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Head of the Department of General Hygiene and Ecology, Azerbaijan Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan
Ksenia Bazhdarich	PhD, Senior Researcher, Medical Informatics Department, Faculty of Medicine, University of Rijeka, Rijeka, Croatia
Mirza A. Kazimov	Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Health and Environment, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan
Yngvar Thomassen	Candidatus realium (Chem.), Senior Advisor, National Institute of Occupational Health, Oslo, Norway; Leading Scientist, Arctic Biomonitoring Laboratory, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation
Aristidis Michael Tsatsakis	PhD (Org-Chem), DSc (Biol-Pharm), Professor, Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Full Member of the World Academy of Sciences, Honorary Member of EUROTOX; Director of the Department of Toxicology and Forensic Science, School of Medicine, University of Crete and the University Hospital of Heraklion, Heraklion, Greece
Sergey I. Sychik	Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof.; Director of the Republican Scientific and Practical Center for Hygiene, Minsk, Belarus
Jon Øyvind Odland	MD, PhD, Professor of Global Health, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Norway; Chair of AMAP Human Health Assessment Group, Tromsø University, Tromsø, Norway
Helmut Hahn	MD, PhD, Professor, President of the R. Koch Medical Society, Berlin, Germany

**Zdorov'e Naseleniya i Sreda
Obitaniya – ZNiSO**
**Public Health and Life
Environment – PH&LE**
**Russian monthly peer-reviewed
scientific and practical journal**
Volume 29, Issue 12, 2021
Established in 1993

All rights reserved. Reprinting and any reproduction of materials and illustrations in printed or electronic form is allowed only with the written permission of the founder and publisher – FBHI Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor.

A reference to the journal is required when quoting.

Editorial opinion may not coincide with the opinion of the authors.

Advertisers are solely responsible for the contents of advertising materials.

Editorial Contacts

Address of the editorial office:

19A Varshavskoe Shosse, Moscow, 117105, Russian Federation

FBHI Federal Center for Hygiene and Epidemiology

E-mail: zniso@fcgie.ru

Website: <https://zniso.fcgie.ru/>

Tel.: +7 495 633-1817 Ext. 240

Fax: +7 495 954-0310

Editor Yaroslava O. Kin

Proofreader Lev A. Zelekson

Interpreter Olga N. Lezhnina

Layout Elena V. Lomanova

The journal is distributed by subscription.

"Ural-Press" Agency Catalog subscription

index – 40682

Articles are available at <https://www.elibrary.ru>

Subscription to the electronic version of the

journal at <https://www.elibrary.ru>

For advertising in the journal, please write to

zniso@fcgie.ru.

Published: December 15, 2021

Publication format: 60x84/8

Printed sheets: 11.5

Planned circulation: 1,000 copies

Publication frequency: 12 issues per year

Free price

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.

2021;29(12):7–92.

Articles are assigned digital object identifiers (DOI numbers).

DOI prefix: 10.35627

Published at the Printing House of the Federal Center for Hygiene and Epidemiology, 19A Varshavskoe Shosse, Moscow, 117105

СОДЕРЖАНИЕ

СОЦИОЛОГИЯ МЕДИЦИНЫ

Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Развитие телемедицины в России: взгляд потребителей 7

МЕДИЦИНА ТРУДА

Гарипова Ф.Г., Хабибуллина А.Р., Александрова Е.А. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний на предприятии: систематический обзор 17

Чистова Н.П., Маснавиева Л.Б., Кудяева И.В. Вибрационная болезнь: дозозависимые характеристики и особенности клинической картины при воздействии локальной вибрации и сочетанном воздействии локальной и общей вибрации 30

Шаихова Д.Р., Амромина А.М., Ситников И.А., Сутункова М.П., Гурвич В.Б., Астахова С.Г. Особенности генетического полиморфизма генов GSTM1, GSTT1, GSTP1 у рабочих Нижнетагильского металлургического комбината с заболеваниями сердечно-сосудистой системы 36

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Храмцов П.И., Березина Н.О., Курганский А.М. Оценка развития мелкой моторики, функции равновесия и статокINETической устойчивости у младших школьников 41

Сетко Н.П., Коршунова Р.В., Булычева Е.В. Гигиеническая характеристика электронной информационно-образовательной среды и риск ее влияния на психическое состояние студентов с миопией различной степени 48

КОММУНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Рафиков С.Ш., Бактыбаева З.Б. Оценка риска здоровью населения, обусловленного качеством вод централизованных систем водоснабжения (на примере частного сектора г. Уфы) 56

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Носков А.К., Попова А.Ю., Водопьянов А.С., Писанов Р.В., Чемисова О.С., Павлович Н.В., Демина Ю.В., Гудуева Е.Н., Ковалев Е.В., Карпушенко Г.В. Молекулярно-генетический анализ возбудителей бактериальных пневмоний, ассоциированных с COVID-19, в стационарах г. Ростова-на-Дону 64

Василенко Н.Ф., Прислегина Д.А., Манин Е.А., Шапошникова Л.И., Ашибок У.М., Волюнкина А.С., Лисицкая Я.В., Малецкая О.В., Куличенко А.Н. Современное состояние природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций на территории Ставропольского края 72

Москвитина Э.А., Янович Е.Г., Куриленко М.Л., Кругликов В.Д., Носков А.К. Эколого-эпидемиологические аспекты контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов в Республике Калмыкия 79

Германчук В.Г., Кислицина Е.В., Шавина Н.Ю. Технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными животными 87

CONTENTS

MEDICAL SOCIOLOGY

Pokida A.N., Zybunovskaya N.V. Development of telemedicine in Russia: A consumer view 7

OCCUPATIONAL MEDICINE

Garipova F.G., Khabibullina A.R., Aleksandrova E.A. Workplace interventions aimed to reduce the risk of cardiovascular disease: a systematic review 17

Chistova N.P., Masnavieva L.B., Kudaeva I.V. Vibration disease: Exposure level and duration-dependent characteristics and features of the clinical picture following local and combined local and whole body vibration 30

Shaikhova D.R., Amromina A.M., Sitnikov I.A., Sutunkova M.P., Gurvich V.B., Astakhova S.G. Features of GSTM1, GSTT1 and GSTP1 genetic polymorphism in Nizhny Tagil metallurgical plant workers with cardiovascular diseases 36

PEDIATRIC HYGIENE

Khrantsov P.I., Berezina N.O., Kurgansky A.M. Assessment of the development of fine motor skills, balance function and static kinetic stability in elementary schoolchildren 41

Setko N.P., Korshunova R.V., Bulycheva E.V. Hygienic characteristics of the digital information and educational environment and the risk of its mental health impacts in students with different degrees of myopia 48

COMMUNAL HYGIENE

Rakhmatullina L.R., Suleimanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Rafikov S.Sh., Baktybaeva Z.B. Assessment of health risks posed by water quality in the centralized supply network of private sector housing in Ufa 56

EPIDEMIOLOGY

Noskov A.K., Popova A.Yu., Vodop'yanov A.S., Pisanov R.V., Chemisova O.S., Pavlovich N.V., Demina Yu.V., Gudueva E.N., Kovalev E.V., Karpushchenko G.V. Molecular genetic analysis of the causative agents of COVID-19-associated bacterial pneumonia in hospitals of Rostov-on-Don 64

Vasilenko N.F., Prislegina D.A., Manin E.A., Shaposhnikova L.I., Ashibokov U.M., Volynkina A.S., Lisitskaia I.V., Maletskaya O.V., Kulichenko A.N. Current status of the natural foci of tick-borne diseases in the Stavropol Region 72

Moskvitina E.A., Yanovich E.G., Kurilenko M.L., Kruglikov V.D., Noskov A.K. Environmental and epidemiological aspects of *V. cholerae* O1 contamination of water bodies in the Republic of Kalmykia 79

Germanchuk V.G., Kislicina E.V., Shavina N.Yu. Technical and design features of laboratories suitable for work involving infected animals 87



Развитие телемедицины в России: взгляд потребителей

А.Н. Покида, Н.В. Зыбуновская

ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», пр. Вернадского, д. 82, г. Москва, 119571, Российская Федерация

Резюме

Введение. Одним из наиболее значимых трендов в мировой и российской системе здравоохранения является ее цифровизация. Пандемия COVID-19 только актуализировала и ускорила этот процесс. Спрос на услуги телемедицины существенно вырос. Однако пока востребованность телемедицины среди российских граждан невысока. Кроме того, при использовании телемедицины возникают спорные моменты, связанные с границами ее применения.

Цель исследования – проанализировать отношение различных социально-демографических групп россиян к телемедицине, к перспективам ее использования.

Методы исследования. Статья основана на результатах социологического исследования, направленного на выявление отношения граждан к телемедицине. В рамках исследования для получения эмпирической информации был проведен общероссийский социологический опрос населения, представляющего различные социально-демографические группы. Метод опроса – личное формализованное интервью по месту жительства респондентов.

Результаты. Исследование показало, что в настоящее время возможностями телемедицины пользовалось пока незначительное количество опрошенных. При этом невысокий уровень использования дистанционных форм получения медицинских услуг сопровождается весьма сдержанным отношением опрошенных к потенциальной возможности таких обращений.

Заключение. Согласно полученным данным наличие более высокого уровня образования позволяет гражданам значительно легче встраиваться в любые инновационные проекты, в том числе с использованием цифрового пространства. Личный практический опыт использования цифровых (телемедицинских) технологий позволяет потребителям более лояльно и заинтересованно относиться к перспективам их использования. Привлекательность возможностей телемедицины связывается гражданами в большей степени с формализованными административными процедурами, осуществляемыми при получении различных справок, направлений, больничных листов. Россияне пока с осторожностью относятся к возможностям проведения первичной консультации или контроля самочувствия и состояния в процессе лечения онлайн. Постановка диагноза, выбор способа лечения с помощью телемедицины не воспринимается большинством опрошенных.

Ключевые слова: телемедицина, мобильные устройства, качество медицинских услуг, пандемия COVID-19.

Для цитирования: Покида А.Н., Зыбуновская Н.В. Развитие телемедицины в России: взгляд потребителей // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 7–16. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-7-16>

Сведения об авторах:

✉ Покида Андрей Николаевич – к.соц.н., директор Научно-исследовательского центра социально-политического мониторинга Института общественных наук; e-mail: pokida@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5439-3503>.

Зыбуновская Наталья Владимировна – научный сотрудник Научно-исследовательского центра социально-политического мониторинга Института общественных наук; e-mail: nzyb@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-8590>.

Информация о вкладе авторов: Покида А.Н. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала для анализа, написание текста; Зыбуновская Н.В. – статистическая обработка, написание текста, редактирование.

Финансирование: статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 18.11.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Development of Telemedicine in Russia: A Consumer View

Andrei N. Pokida, Natalia V. Zybunovskaya

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
82 Vernadsky Avenue, Moscow, 119571, Russian Federation

Summary

Introduction: One of the most significant trends in the global and Russian healthcare system is its digitalization. The COVID-19 pandemic has only given more importance and accelerated this process. The worldwide demand for telemedicine services has grown considerably. Yet, among Russian citizens e-health is not very popular. Besides, the use of telehealth gives rise to controversial issues as to the boundaries of its application.

Objective: To analyze the attitude of various socio-demographic groups of Russian people to telemedicine and perspectives on its use.

Methods: The article is based on the results of a sociological study aimed to establish the attitude of citizens to telemedicine. In order to obtain empirical information, an all-Russian sociological survey of the population representing various socio-demographic groups was carried out in April 2021. The survey method was a formalized personal interview at the place of residence of the respondents.

Results: The study showed that few respondents had ever made use of telemedicine opportunities so far. At the same time, the low level of e-health use was accompanied by a very restrained attitude of the respondents to practicing it in the future.

Conclusion: According to the data obtained, having a higher level of education allows citizens to integrate much more easily into innovative projects, including those in the digital space. Personal experience of using digital (e-health) technologies determines a more loyal attitude and greater interest of consumers to its potential use. The attractiveness of telemedicine opportunities is mostly attributed to complicated formal administrative procedures of obtaining medical certificates, referrals, and sick leaves offline. However, Russians are still wary of the possibilities of having the first consultation or monitoring their well-being and condition during the online treatment process. The majority of the respondents did not accept the diagnosis and the choice of treatment by means of telecommunications.

Keywords: telemedicine, mobile devices, quality of medical services, COVID-19 pandemic.

For citation: Pokida AN, Zybunovskaya NV. Development of telemedicine in Russia: A consumer view. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):7–16. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-7-16>

Author information:

✉ Andrei N. Pokida, Cand. Sci. (Sociol.), Director of the Research Center for Social and Political Monitoring, Institute of Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; e-mail: pokida@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5439-3503>.

Natalia V. Zygunovskaya, Research Fellow, Research Center for Social and Political Monitoring, Institute of Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; e-mail: nzyb@ranepa.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-8590>.

Author contributions: Pokida A.N. developed the study conception and design, collected and processed data for analysis, and wrote the manuscript; Zygunovskaya N.V. analyzed data, wrote and edited the manuscript; both authors contributed to the discussion and gave final approval of the version to be published.

Funding: The article was prepared within the state assignment research program of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: November 18, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. В настоящее время одним из активно развивающихся сегментов здравоохранения является телемедицина. Пандемия COVID-19, начавшаяся в 2020 г., актуализировала ее значимость для населения, активизировав деятельность органов государственного управления в этом направлении.

Среди основных положительных моментов развития телемедицины можно отметить, во-первых, возможность преодоления географических расстояний для обеспечения доступа населения к различным медицинским услугам, в том числе узкопрофильным специалистам, что актуально для жителей отдаленных сельских районов. Во-вторых, это возможность получить медицинскую помощь, не выходя из дома, без необходимости стоять в очереди на прием и минимизируя личные контакты, что особенно важно в условиях противозидемиологических ограничений, связанных с COVID-19. Исследователями телемедицины подчеркивается ее эффективность с точки зрения обеспечения безопасности людей посредством социального дистанцирования и поддержания карантина [1, 2], возможностей лечения пациентов с хроническими заболеваниями в период пандемии [3, 4], оптимального использования ресурсов больниц [5] и др.

«Цель телемедицины — предоставление качественной медицинской помощи любому человеку, независимо от его местонахождения и социального положения» [6]. Использование современных телекоммуникационных и компьютерных технологий позволяет пациентам получать необходимую медицинскую информацию (услугу) оперативно и своевременно, а в чрезвычайных ситуациях оптимизировать процесс принятия решений.

Вместе с тем при использовании телемедицины возникают спорные моменты, связанные с границами ее применения, так как она не может полноценно заменить очный визит пациента к врачу и личный осмотр врачом для постановки диагноза и назначения лечения¹. Существуют и другие острые вопросы, связанные с этикой, защитой частной жизни и конфиденциальности пациентов [7].

Возможности применения телемедицинских технологий при предоставлении медицинских услуг зафиксированы в российском законодательстве.

Под телемедицинскими технологиями, согласно федеральному законодательству, понимаются «информационные технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов, консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента»². При этом наиболее распространенной (ключевой) телемедицинской процедурой является телемедицинское консультирование.

В 2018 г. вступил в силу «Порядок организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий»³, где отмечается, что телемедицинские технологии могут применяться при первичной медико-санитарной помощи и иных видах медицинской помощи для профилактики, сбора, анализа жалоб пациента и др. Однако речь не идет о постановке первичного диагноза и назначения лечения с использованием дистанционных технологий. В этом отношении телемедицинские технологии могут применяться только после очного визита пациента к врачу. Такие ограничения российского законодательства, по мнению ряда экспертов, могут существенно ограничивать потенциал телемедицины и выгоды от ее внедрения⁴ [8]. Между тем, в этой «чувствительной» области необходимы взвешенные и продуманные решения, чтобы не снизить качество оказываемой в стране медицинской помощи, которое по-прежнему остается острым вопросом для населения [9].

В этой связи важно отметить, что в 2021 г. внесены изменения в законодательство, которые предоставляют возможность отдельным организациям частной системы здравоохранения — участникам экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций осуществлять постановку диагноза без обязательной предварительной очной консультации⁵. В настоящее время

¹ Доктор онлайн: правовые аспекты телемедицины в России. Доступно по: <https://www.garant.ru/article/1405237/>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

² Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Доступно по: http://base.garant.ru/12191967/741609f9002bd54a24e5c49cb5af953b/#block_222. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

³ Приказ Минздрава России от 30 ноября 2017 г. № 965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.01.2018 № 49577). Доступно по: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=287515&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7810379335259368#09890705552909977>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

⁴ 97,5 % пациентов готовы получать медицинские документы в электронном виде. Доступно по: <https://www.hse.ru/expertise/news/210452139.html>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.; Дмитриев М. Перспективы развития рынка телемедицинских услуг с учетом опыта пандемии COVID-19. Доступно по: <https://komitetgi.ru/analytics/4270/>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

⁵ Федеральный закон от 02 июля 2021 г. № 331-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации»». Доступно по: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389015/b5315c892df7002ac987a311b4a242874fdcf420/#dst100163. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

рассматривается законопроект о возможностях в условиях чрезвычайной ситуации устанавливать иные порядки оказания медицинской помощи, в том числе с применением телемедицинских технологий, где постановка диагноза и назначение лечения дистанционно становятся возможными⁶. Тем самым планируется повысить доступность медицинских услуг для россиян.

Вместе с тем рынок российских телемедицинских услуг находится в начале своего развития. Пока использование телемедицины не стало поведенческой нормой, но определенные сдвиги в увеличении потребления таких услуг очевидны. По заявлению генерального директора компании по разработке цифровых сервисов для здравоохранения «Третье мнение» А. Мещеряковой, в 2020 г. дистанционные медицинские консультации получило более 5 млн россиян, а число зарегистрированных пользователей у провайдеров телемедицинских услуг превысило 10 млн⁷. При этом, учитывая, что в период пандемии наблюдался ускоренный рост рынка телемедицинских услуг, причем как государственных⁸, так и частных⁹, ожидается, что в 2030 г. половина консультаций будет производиться онлайн.

Среди обстоятельств, сдерживающих развитие телемедицины, экспертами выделяются недостаточная проработка законодательства в этой области и регуляторные ограничения, особенно в формате «врач – пациент», отсутствие необходимых компетенций у медицинских специалистов, непроработанность вопросов оплаты телемедицинских услуг, отсутствие надежных и эффективных систем защиты информации, недостаток финансирования на техническое оснащение медицинских организаций и др. [8, 10, 11]. Важным фактором является общая готовность населения к использованию цифровых технологий и онлайн-взаимодействиям, цифровая грамотность и цифровое доверие [12]. Нельзя также исключать из внимания теневой сектор рынка медицинских услуг, в котором телемедицина давно является устоявшейся практикой, но не отвечающей требованиям закона, что несет определенные риски для жизни и здоровья пациентов [13].

За рубежом это направление активно развивается уже более 20 лет [14]. Сложился ряд устойчивых областей применения телемедицинских услуг, например телерадиология, телекардиология, телеофтальмология и др. [15]. В отличие от России в законодательной практике зарубежных стран используется гибкий подход в использовании виртуальных первичных консультаций для диагностики заболеваний и выбора тактики лечения: отсутствие прямых запретов, но при наличии определенных условий для соблюдения безопасности оказания телемедицинской помощи (стандарты, рекомендации) [8].

Объем медицинских услуг, предоставляемых с использованием телемедицинских технологий за рубежом, в сравнении с нашими реалиями довольно значительный, а в период пандемии COVID-19 он вырос в разы. Многие страны в экстренном порядке расширили применение дистанционных консультаций. Например, по словам сооснователя консалтинговой компании Télémédecine 360 Р. Оганессяна, если во Франции, где услуги телемедицины широко распространены на амбулаторном уровне, в феврале 2020 г. было проведено всего 40 тыс. дистанционных консультаций, то в апреле уже 4,5 млн¹⁰.

Следует при этом отметить, что телемедицина с точки зрения ее применения пациентами подразумевает не только онлайн-консультации с врачом посредством веб-приложений, но и дистанционный биомониторинг с использованием специального телемедицинского оборудования для удаленного наблюдения за состоянием здоровья пациентов (биометрические датчики, специализированное программное обеспечение и др.) [16]. Это так называемые homecare-решения, где используются медицинские гаджеты, способные информировать врача об изменениях различных показателей здоровья пациента (частота сердцебиения, давление, уровень кислорода в крови и т. д.), что позволяет максимально оперативно реагировать на ситуацию и своевременно дать пациенту рекомендации или оказать помощь.

Цель исследования – проанализировать отношение различных социально-демографических групп россиян к телемедицине, к перспективам ее использования, обозначить препятствия к расширению этой сферы здравоохранения.

Методы исследования. Для изучения отношения населения к телемедицине Научно-исследовательским центром социально-политического мониторинга ИОН РАНХиГС был проведен общероссийский социологический опрос. Время осуществления полевого этапа: с 8 по 19 апреля 2021 г. Опрошены 1500 человек в возрасте 18 лет и старше в 30 субъектах Российской Федерации по выборке, представляющей основные социально-демографические группы российского населения. Статистическая погрешность данных не превышает 2,5 %. Метод опроса – личное формализованное интервью по месту жительства респондентов с соблюдением принципа анонимности.

Для анализа фактического применения возможностей телемедицины гражданами использовался вопрос «Пользовались ли Вы возможностями телемедицины в случае недомогания (онлайн-консультации врача в режиме реального времени и др.)?», дополнительно выявлялась практика использования современных гаджетов для наблюдения за показателями здоровья: «Пользуетесь ли Вы различными мобильными устройствами,

⁶ Законопроект № 930215-7 «О внесении изменений в Федеральный закон “Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации” (в части особенностей оказания медицинской помощи в условиях чрезвычайных ситуаций)». Доступно по: <https://sozd.duma.gov.ru/bill/930215-7>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

⁷ Половина врачебных консультаций уйдет в онлайн. Доступно по: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2021/04/01/864298-vrachebnih-onlain>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

⁸ Более 100 тысяч онлайн-консультаций провели врачи для больных коронавирусной инфекцией. Доступно по: <https://www.mos.ru/news/item/73425073/>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

⁹ «Медси» создала цифровую платформу для мониторинга здоровья. Доступно по: <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2020/02/27/823968-medsi-sozdala-tsifrovuyu-platformu>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

¹⁰ Международный опыт внедрения телемедицинских услуг в систему здравоохранения. Партнерская сессия медицинской компании «Доктор Рядом». Телемедфорум 2020. Доступно по: <https://evercare.ru/news/mezhdunarodnyy-opyt-vnedreniya-telemeditsinskih-uslug-v-sistemu-zdravookhraneniya-partnerskaya>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

мобильными приложениями в целях поддержания здорового образа жизни (фитнес-браслеты, умные часы, пульсометры, шагомеры и др.)?». Отношение различных групп граждан к телемедицине выявлялось по таким вопросам, как: «Допускаете ли Вы для себя возможность обращения за консультацией врача с помощью телемедицинских технологий?», «На Ваш взгляд, возможно ли решение следующих медицинских вопросов с использованием телемедицинских технологий (взаимодействий с врачом с помощью интернет-сервисов)?» и др.

Статистическая обработка полученной эмпирической информации производилась с помощью функций программного пакета SPSS.

Результаты исследования

Личный опыт использования телемедицины среди населения. По данным настоящего исследования на момент проведения опроса только каждый десятый опрошенный в случае недомогания имел опыт использования дистанционных способов взаимодействия с врачами (онлайн-консультации врача в режиме реального времени и др.). При этом для 5,5 % пациентов это общение происходило по телефону, а для 5,7 % с использованием интернета (рис. 1)¹¹. Безусловно, взаимодействие с врачами по телефону — не совсем полноценная реализация телемедицинских технологий, предусматривающих более широкие возможности, чем только переговоры посредством аудиосвязи, но это один из действующих каналов для дистанционного оказания медуслуг и своевременных консультаций. В целом же можно констатировать, что возможностями телемедицины пользовалось пока незначительное количество опрошенных.

Аналогичные данные были получены другими исследовательскими компаниями. Например, опрос ВЦИОМ, проведенный в мае 2020 г., показал, что 6 % российских граждан получали консультацию врачей по телефону и 2 % — через интернет [17]. НИИ Организации здравоохранения и медицинского

менеджмента в ходе исследования по Москве в 2019 г. выявлено 11 % пользователей услуг телемедицины среди амбулаторных пациентов [18]. В основном это консультации через мессенджеры и Skype. Замер, проведенный компанией Ipsos в 2020 г., показал, что доля россиян, обращавшихся к врачам дистанционно за последний год, составила 5,6 %, причем это значение по сравнению с результатом 2019 г. увеличилось в два раза¹².

По данным исследовательского холдинга «Ромир» за 2021 г., среди информированных о телемедицине россиян только 10 % когда-либо пользовались такими услугами (из них лишь 3 % регулярно)¹³. Результаты исследования сервиса SuperJob, также полученные в 2021 г., показывают, что 8 % россиян консультировались с врачами по интернету через специализированные онлайн-сервисы медицинских консультаций (5 % впервые до пандемии, 3 % впервые после начала пандемии)¹⁴.

Результаты проведенного нами исследования фиксируют различия в использовании дистанционных консультаций с врачами по отдельным социально-демографическим характеристикам опрошенных. Например, несколько чаще получали медицинские услуги (помощь) дистанционно респонденты с более высоким уровнем материального положения. Доля имеющих такой опыт в высокодоходной группе примерно в три раза превышает число пользователей медпомощи в онлайн-режиме в группе с низкими доходами (17,8 против 5,1 %). Причем это касается как консультаций по телефону, так и при помощи интернета. Более высокий уровень материального положения, как правило, предоставляет больше возможностей для приобретения платных медицинских услуг, в том числе услуг телемедицины.

Отчасти по этой же причине заметно выше востребованность удаленного общения с врачами в предпринимательской среде: 21,2 % опрошенных в группе предпринимателей (работодателей) и

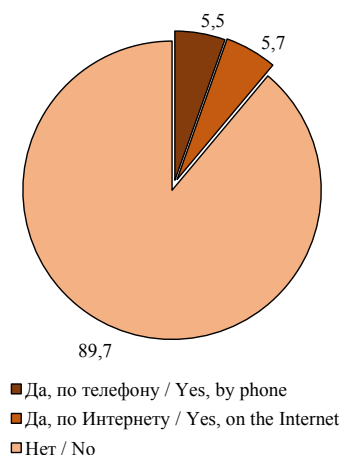


Рис. 1. Доля респондентов, которые пользовались возможностями дистанционного взаимодействия с врачами — онлайн-консультации врача в режиме реального времени и др. (в % от общего количества опрошенных; сумма ответов не равна 100 %, так как по методике опроса можно было выбрать несколько вариантов)

Fig. 1. The share of respondents having previous experience with telemedicine (% of all respondents; the total of answers does not equal 100 % since multiple options could be chosen according to the survey design)

¹¹ При ответе на этот вопрос респонденты могли выбирать несколько вариантов ответа.

¹² Больше половины россиян не доверяют телемедицинским консультациям. Доступно по: <https://medvestnik.ru/content/news/Bolshe-poloviny-rossiyan-ne-doverayut-telemeditsinskim-konsultaciyam.html>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

¹³ Лишь четверть россиян доверяет телемедицине. Доступно по: <https://romir.ru/studies/lish-chetvert-rossiyan-doveryaet-telemedicine>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

¹⁴ Сторонников удаленной медицины во время пандемии стало больше. Доступно по: <https://www.superjob.ru/research/articles/113140/storonnikov-udalennoj-mediciny-vo-vremya-pandemii-stalo-bolshe/>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

20,9 % граждан, занятых частной практикой (ИП, самозанятость, фриланс), указали на имеющийся опыт использования дистанционных форм взаимодействия с медицинским специалистами в целом. Более того, в этих группах отмечается повышенная частота использования интернет-консультации — 15,4 и 17,3 % соответственно.

С позиции наименьшего использования новых технологических возможностей, а именно использования медпомощи посредством интернета, выделяется группа граждан самого старшего возраста (60 лет и старше). Только 2,8 % таких респондентов имеют такой опыт. Среди пенсионеров — 2,5 %. Что касается взаимодействия с врачом по телефону, то таких особенностей по этой возрастной группе не отмечается.

Следует также отметить, что в сельских населенных пунктах взаимодействие с врачами посредством интернета чуть более востребовано, чем в столичных центрах. Несмотря на то что полученные значения находятся в рамках статистической погрешности, некоторая разница в ответах обращает на себя внимание.

Как показывают данные опроса, если в целом по выборке наличие детей не влияет на практику использования онлайн-консультаций с врачами при помощи интернета, то при анализе по отдельным возрастным группам отличия отмечаются. Более популярны возможности телемедицины среди молодых родителей. В группе респондентов в возрасте 18–35 лет, имеющих детей, о получении консультаций врачей посредством интернета сообщили 9,4 %, при отсутствии детей доля таких ответов почти в два раза ниже — 5,4 %. Возможно, это связано с тем, что молодым семьям требуется консультирование по поводу здоровья их малолетних детей, посещение медучреждений с которыми весьма затруднительно, удобнее и оперативнее связаться с врачом онлайн, если такая возможность имеется.

Данные опроса показывают, что если респонденты имеют склонность к каким-либо заболеваниям или страдают ими, то чаще используют телемедицинские технологии, им в силу необходимости

больше требуется общение с врачом по различным вопросам. А если у граждан за последние полтора года диагностировалась коронавирусная инфекция или было заболевание, схожее по симптомам с коронавирусом (COVID-19), то среди них заметно увеличивается доля использующих онлайн-консультации с врачами (рис. 2). В указанных случаях 20,9 и 18,8 % являлись пользователями дистанционной медпомощи.

Невысокий уровень использования гражданами дистанционных способов взаимодействия с врачами не говорит о том, что им неинтересны новые технологии. Например, 28,1 % опрошенных пользуются различными мобильными устройствами, мобильными приложениями в целях поддержания здорового образа жизни (фитнес-браслеты, умные часы, пульсометры, шагомеры и др.). Чаще всего такими гаджетами пользуются граждане с более высоким уровнем образования, материального положения, занятое население, работающее удаленно. Среди выделенных групп уровень использования этих устройств составляет около 45 %.

Что касается возраста респондентов, то по данным опроса наибольшая востребованность современных девайсов прослеживается в молодежных возрастных группах до 30 лет, далее по мере увеличения возраста опрошенных активность использования этих устройств снижается (рис. 3).

Представления населения о телемедицинских технологиях. Результаты опроса показывают, что в целом граждане не имеют полноценного представления о телемедицинских технологиях. Среди общего количества опрошенных почти каждый второй не смог сформулировать свою позицию о телемедицине. Если рассматривать только тех, кто уже имеет опыт онлайн-консультаций, то такие респонденты уверены, что телемедицина — это прежде всего сокращение времени получения услуги (79,1 %) и удобная альтернатива самолечению, возможность обратиться в любое удобное время (74,4 %) (рис. 4). Большинство считают, что дистанционный формат подразумевает более низкую стоимость услуг по сравнению с платными услугами в медучреждении (53,5 %).

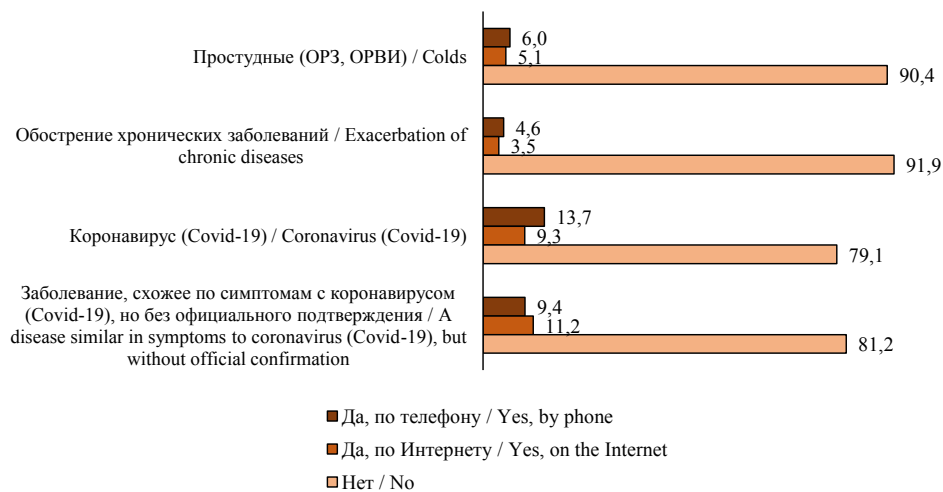


Рис. 2. Доля респондентов, которые пользовались возможностями дистанционного взаимодействия с врачами, среди тех, кто в 2020 году и первой половине 2021 года болел или испытывал серьезное недомогание, по видам болезней (в % по каждой выделенной категории; сумма ответов не равна 100 %, так как по методике опроса можно было выбрать несколько вариантов)

Fig. 2. Distribution of respondents using e-health among those who were sick or experienced serious discomfort in 2020 and the first half of 2021 by disease category (% for each selected category; the total of answers does not equal 100 % since multiple options could be chosen according to the survey design)

Далее ситуация несколько противоречивая. Почти треть считают, что телемедицина — это сомнительное качество предоставленных услуг (недостаточная квалификация персонала), особенно в сравнении с очным приемом. И больше всего претензий связано с высоким риском утечки персональных данных о состоянии здоровья. С этим утверждением согласны 41,9 % респондентов, имеющих опыт интернет-консультаций.

Среди граждан, опасаящихся заболеть коронавирусом, в целом восприятие телемедицины более позитивное, чем в противоположной группе, где такие опасения отсутствуют, что свидетельствует о целесообразности ее применения в период распространения коронавирусной инфекции, когда личные контакты ограничиваются, а оперативность и своевременность получения медпомощи (услуг) носит приоритетный характер.

Основные достоинства телемедицины чаще признают люди, страдающие какими-либо хро-

ническими заболеваниями. Однако отношение граждан к дистанционному взаимодействию с врачом может различаться в зависимости от вида болезни. Так, если при простудных заболеваниях о том, что телемедицина является удобной альтернативой самолечению и предоставляет возможность обратиться к врачу в любое удобное время, сообщает 60,4 % респондентов, то в случае наличия сердечно-сосудистых заболеваний — только 44,4 %.

Востребованность телемедицинских технологий среди населения. Невысокий уровень использования населением дистанционных форм получения медицинских услуг сопровождается весьма сдержанным отношением опрошенных к потенциальной возможности таких обращений. Можно отметить, что только 1/3 от общего количества опрошенных допускает для себя возможность обращения за консультацией врача с помощью телемедицинских технологий (варианты

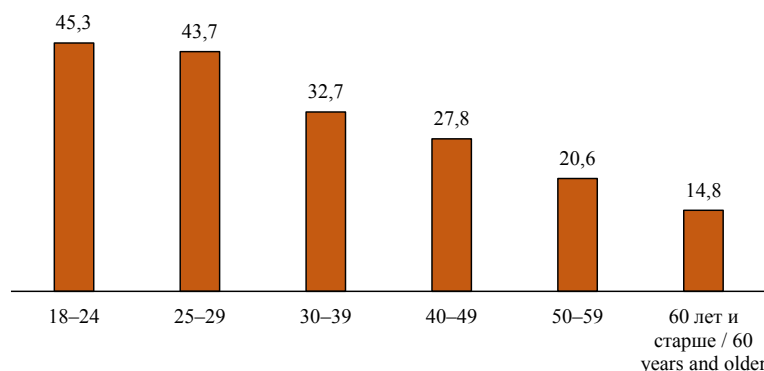


Рис. 3. Доля граждан, использующих различные мобильные устройства, мобильные приложения (фитнес-браслеты, умные часы, пульсометры, шагомеры и др.) в целях поддержания здорового образа жизни в зависимости от возраста респондентов (в % по каждой выделенной категории)

Fig. 3. Age distribution of the citizens using various mobile devices and applications (fitness bracelets, smart watches, heart rate monitors, pedometers, etc.) to maintain a healthy lifestyle (% for each selected category)

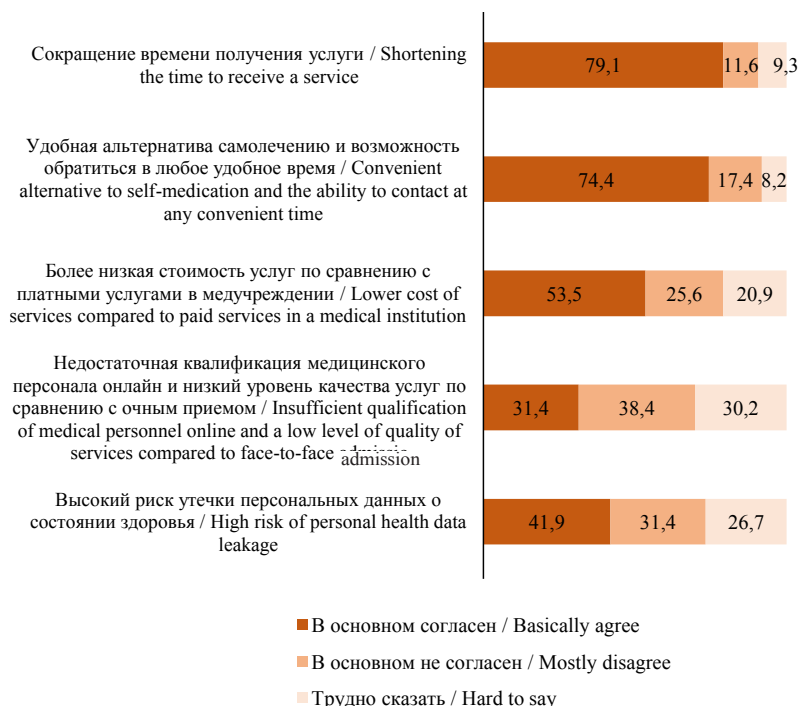


Рис. 4. Представления населения о телемедицине (в % от количества респондентов, имевших опыт получения онлайн-консультаций врачей через интернет)

Fig. 4. Public perception of telemedicine (% of the number of respondents having experience in receiving online health services via the Internet)

ответов «да, однозначно» — 7,6 %, «скорее да» — 25,7 %). В целом каждый второй респондент не поддерживает такую форму взаимодействия с медицинскими учреждениями (врачами) (варианты ответов «скорее нет» — 21,1 %, «однозначно нет, только личное общение» — 27,4 %). Еще 18,2 % затруднились ответить на этот вопрос, поскольку пока многие граждане не вполне понимают суть телемедицинских технологий и особенности их предоставления. При этом такое распределение ответов наблюдается во всех возрастных группах. Можно лишь отметить, что в возрастной группе 60 лет и старше отмечается несколько меньше энтузиазма в отношении использования в будущем дистанционных технологий при получении медицинских услуг (24,3 %).

Результаты исследования показывают, что возможности обращения за консультацией врача с помощью телемедицинских технологий по-разному воспринимаются населением, обладающим различным образовательным статусом. Например, среди респондентов с высшим образованием 40,8 % допускают возможность обращения за онлайн-консультацией к врачам (рис. 5). Граждане с иными, более низкими уровнями образования такой позиции придерживаются несколько реже.

По данным опроса чаще всего готовы воспользоваться возможностью обратиться за консультацией врача с помощью телемедицинских технологий те респонденты, которые ранее уже имели опыт использования дистанционных способов взаимодействия с врачами по телефону или интернету. Среди них 71,6 % допускают для себя такую практику и только 21,1 % заявили об обратном. Среди пользователей мобильных гаджетов для поддержания здорового образа жизни уровень привлекательности телемедицинских технологий также выше средних значений и составляет 41,0 %.

Интересна и такая зависимость: чем больше россияне проводят свое время за различными электронными устройствами (телефон, планшет, электронная книга, компьютер, игровые приставки и др.), тем чаще они допускают для себя

возможность обращения к врачам с помощью телемедицины. Например, среди тех, кто в течение дня пользуется электронными устройствами менее 1 часа, только 15,9 % готовы к медицинским консультациям онлайн, кто 4–5 часов проводит с ними — 37,7 %, 8 часов и более — 50,5 %.

Пандемия продемонстрировала, что возможности телемедицины были высоко востребованы во время карантина¹⁵, однако не только доступность медицинской услуги (помощи), получаемой дистанционно, но также и ее качество является важным обстоятельством для потребителей. Так, например, среди респондентов, которые имеют опыт дистанционного консультирования с врачами, 81,3 % положительно оценивают в целом систему предоставления электронных медицинских услуг (телемедицина, дистанционная запись к врачу, электронные медицинские карты, удаленный мониторинг и др.). Для сравнения уровень удовлетворенности граждан услугами здравоохранения, которые они получали в течение последних 12 месяцев, составляет:

- 64,9 % по полису обязательного медицинского страхования (ОМС);
- 78,5 % по полису добровольного медицинского страхования (ДМС);
- 80,4 % за счет собственных средств в государственных (муниципальных) или частных клиниках, больницах.

Таким образом, использование телемедицинских технологий находит свою поддержку у потребителей в плане их удовлетворенности полученными услугами. Это подтверждают данные других исследований¹⁶ [19, 20].

Границы использования телемедицины. Учитывая развернувшуюся дискуссию среди специалистов, общественности, связанную с границами применения телемедицины, у респондентов поинтересовались их мнением относительно возможности реализации ряда медицинских вопросов с использованием телемедицинских технологий (взаимодействий с врачом с помощью интернет-сервисов). Были предложены несколько направлений, которые

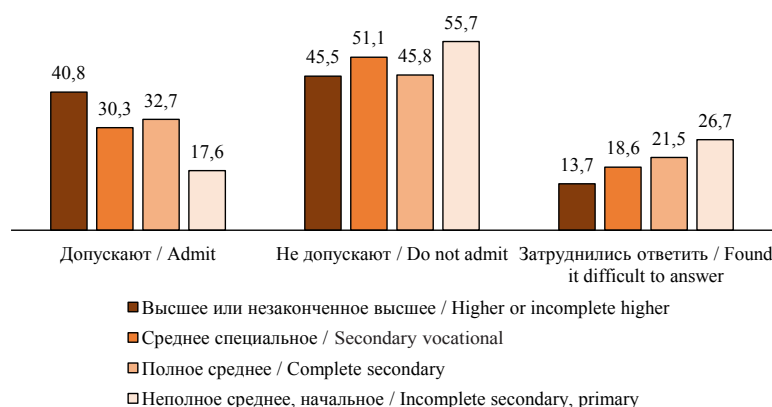


Рис. 5. Мнения о возможности обращения за консультацией врача с помощью телемедицинских технологий в разных образовательных группах (в % по каждой выделенной категории)

Fig. 5. Opinions on the potential of consulting a doctor by means of telecommunications among people with different levels of education (% for each selected category)

¹⁵ Россияне стали активнее пользоваться услугами телемедицины. Доступно по: <https://rg.ru/2020/05/12/rossiiane-stali-aktivnee-polzovatsia-uslugami-telemeditsiny.html>. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

¹⁶ Telehealth Patient Satisfaction Surges During Pandemic But Barriers to Access Remain. Доступно по: https://www.mpo-mag.com/contents/view_breaking-news/2020-11-11/telehealth-patient-satisfaction-surges-during-pandemic-but-barriers-to-access-remain/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%253A+MPOBreakingNews+%2528Medical+Product+Outsource. Ссылка активна на 11 ноября 2021 г.

характеризуют процесс получения медицинской помощи (проведения лечения). Полученные результаты представлены на рис. 6.

Данные исследования показывают, что привлекательность телемедицины рассматривается гражданами в большей степени с точки зрения реализации формализованных административных процедур, связанных с процессом оказания медицинской помощи (услуги) и зачастую не требующих обязательного очного присутствия пациента у врача. Прежде всего речь идет о возможности заказа лекарственных средств по рецепту (66,7 %), получения направлений на обследования (63,5 %), продления больничного листа (62,0 %), получения (продления) рецептов на лекарства (58,1 %). При этом количество противников решения этих вопросов с помощью телемедицинских технологий составляет менее 20 %. Причем уверенность в возможности реализации таких медицинских административных процедур присуща в разной степени, но всем социально-демографическим группам граждан. Несколько большую заинтересованность можно лишь отметить у более молодой аудитории опрошенных и лиц, которые уже имеют опыт дистанционного взаимодействия с врачами.

По вопросам возможности первичной консультации или контроля самочувствия и состояния в процессе лечения респонденты выражают не столь единодушную позицию. Так, 48,7 и 41,9 % опрошенных в целом поддерживают возможности получения выделенных медицинских услуг с помощью телемедицины, однако число противников этого возрастает до 30,7 и 32,2 %. При этом в случае с первичной консультацией по мере улучшения состояния здоровья респондентов увеличивается доля положительно оценивающих это направление. Контроль самочувствия и состояния в процессе лечения чаще поддерживают респонденты, имеющие хронические заболевания.

Результаты опроса показали, что постановка диагноза, выбор способа лечения с помощью телемедицины не воспринимается большинством опрошенных. Только 15,4 % выступили за такую возможность, а 58,2 % против. Респонденты

уверены, что по такому вопросу без очного посещения врача обойтись невозможно. Больше всего выступили против респонденты, которые имеют или склонны к сердечно-сосудистым, бронхолегочным, эндокринным заболеваниям, заболеваниям опорно-двигательного аппарата.

В целом населением отмечается недостаточность усилий государства по развитию и совершенствованию возможностей телемедицины. На это обратили внимание 37,8 % опрошенных, и только 20,0 % согласились с их достаточностью. Оставшаяся часть опрошенных не смогла определиться с ответом, скорее, в связи со слабой информированностью о телемедицине, о ее возможностях и проблемах.

Выводы. Результаты исследования показывают, что в настоящее время возможностями телемедицины пользовалось пока незначительное количество опрошенных. При этом невысокий уровень использования дистанционных форм получения медицинских услуг сопровождается весьма сдержанным отношением опрошенных к потенциальной возможности таких обращений. Только треть опрошенных допускает для себя такую возможность. С другой стороны, те, кто уже имеет опыт дистанционного взаимодействия с врачами, высоко оценивают такие возможности.

Данные исследования показывают, что более образованным гражданам значительно легче встраиваться в любые инновационные проекты, в том числе с использованием цифрового пространства. При этом согласно полученным результатам личный практический опыт использования цифровых (телемедицинских) технологий позволяет более лояльно и заинтересованно относиться к перспективам их использования.

Привлекательность возможностей телемедицины связывается гражданами в большей степени с формализованными административными процедурами, осуществляемыми при получении различных справок, направлений, больничных листов. Россияне пока с осторожностью относятся к возможностям проведения первичной консультации или контроля самочувствия и состояния в

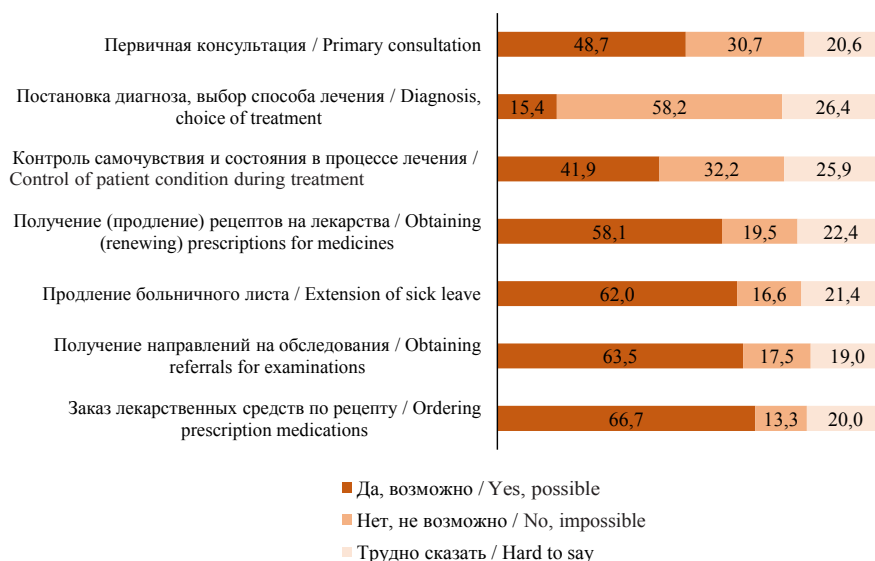


Рис. 6. Оценки респондентов относительно возможности использования телемедицинских технологий (взаимодействий с врачом с помощью интернет-сервисов) для решения следующих медицинских вопросов (в % от общего количества респондентов)

Fig. 6. Opinion of the respondents on the possibility of using e-health to address select medical issues (% of all respondents)

процессе лечения онлайн. Постановка диагноза, выбор способа лечения с помощью телемедицины не воспринимается большинством опрошенных. Тем не менее потенциал развития возможностей телемедицинских технологий можно охарактеризовать как значительный. При этом его реализация будет успешной при усилении информационной составляющей по продвижению таких инноваций.

Список литературы

- Colbert GB, Venegas-Vera AV, Lerma EV. Utility of telemedicine in the COVID-19 era. *Rev Cardiovasc Med.* 2020;21(4):583–587. doi: 10.31083/j.rcm.2020.04.188
- Bokolo AJ. Exploring the adoption of telemedicine and virtual software for care of outpatients during and after COVID-19 pandemic. *Ir J Med Sci.* 2021;190(1):1–10. doi: 10.1007/s11845-020-02299-z
- Wang H, Yuan X, Wang J, Sun C, Wang G. Telemedicine maybe an effective solution for management of chronic disease during the COVID-19 epidemic. *Prim Health Care Res Dev.* 2021;22:e48. doi: 10.1017/S1463423621000517
- Mirsky JB, Horn DM. Chronic disease management in the COVID-19 era. *Am J Manag Care.* 2020;26(8):329–330. doi: 10.37765/ajmc.2020.43838
- Cassar MR, Borg D, Camilleri L, et al. A novel use of telemedicine during the COVID-19 pandemic. *Int J Infect Dis.* 2021;103:182–187. doi: 10.1016/j.ijid.2020.11.170
- Баранов А.А., Вишнева Е.А., Намазова-Баранова Л.С. Телемедицина — перспективы и трудности перед новым этапом развития // Педиатрическая фармакология. 2013. №10(3). С. 6–11. doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v10i3.691>
- Kaplan B. Revisiting health information technology ethical, legal, and social issues and evaluation: telehealth/telemedicine and COVID-19. *Int J Med Inform.* 2020;143:104239. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104239
- Журавлёв М.С., Тягай Е.Д. Доклад НИУ ВШЭ «Правовые проблемы телемедицины, киберфизические системы, имплантированные в организм человека». Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021. 26 с. Доступно по: <https://www.hse.ru/news/expertise/482930111.html>. Ссылка активна на 11 ноября 2021.
- Фадеева Е.В. Электронное здравоохранение сделает медицину доступнее? // Социологические исследования. 2020. № 11. С. 68–75. doi: 10.31857/S013216250010580-1
- Городнова Н.В., Клевцов В.В., Овчинников Е.Н. Перспективы развития телемедицины в условиях цифровизации экономики России // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 3. С. 1049–1066. doi: 10.18334/vinec.9.3.41173
- Зингерман Б.В., Шкловский-Корди Н.Е., Воробьев А.И. О телемедицине «пациент-врач» // Врач и информационные технологии. 2017. № 1. С. 61–79. Доступно по: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28394146_69670541.pdf. Ссылка активна на 11 ноября 2021.
- Дмитриева Н.Е., Жулин А.Б., Артамонов Р.Е., Титов Э.А. Оценка цифровой готовности населения России: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 86 с. Доступно по: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/464963752.pdf>. Ссылка активна на 11 ноября 2021.
- Шадеркин И.А. Экономические аспекты телемедицины // Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2021. № 7 (3).

С. 65–72. doi: <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-3-65-72>

- Телемедицина. Возможности и развитие в государствах-членах. Доклад о результатах второго глобального обследования в области электронного здравоохранения. Всемирная организация здравоохранения, 2012 г. 93 с. Доступно по: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/87687>. Ссылка активна на 11 ноября 2021.
- Железнякова И.А., Хелисупали Т.А., Омеляновский В.В., Тишкина С.Н. Анализ возможности применения зарубежного опыта оказания телемедицинских услуг в Российской Федерации // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2020. №40(2). С.26–34. doi: <https://doi.org/10.17116/medtech20204002126>
- Иванов А.А. Телемедицинские решения для инструментальной диагностики на дому у пациента в условиях пандемии. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2021. № 7 (1). С. 25–34. doi: <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2021-7-1-25-34>
- Социодиггер. 2020. Ноябрь. Т. 1. Вып. 4: Здоровье. Здравоохранение. Биоэтика. Расширенная подборка данных. ВЦИОМ. Доступно по: <https://sociodigger.ru/279/>. Ссылка активна на 11 ноября 2021.
- Богдан И.В., Гурылина М.В., Чистякова Д.П. Перспективы и риски телемедицины: результаты социологического опроса. Социология и общество: традиции и инновации в социальном развитии регионов [Электронный ресурс]: Сборник докладов VI Всероссийского социологического конгресса (Тюмень, 14–16 октября 2020 г.) / Отв. ред. В.А. Мансуров; ред. Е.Ю. Иванова. Москва: РОС; ФНИСЦ РАН, 2020. С. 2543–2549. doi:10.19181/kongress.2020.307
- Полунина Н.В., Тяжельников А.А., Погонин А.В., Костенко Е.В. Удовлетворенность пациентов с COVID-19 качеством медицинской помощи, оказанной в форме дистанционных телемедицинских консультаций // Вестник РГМУ. 2020. № 6. С. 142–148. doi: 10.24075/vrgmu.2020.084
- Драпкина О.М., Шепель Р.Н., Ваховская Т.В., Жамалов Л.М., Кутчер А.В., Булгакова Е.С. Оценка эффективности телемедицинских консультаций, проводимых экспертами ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России // Профилактическая медицина. 2020. № 23 (6). Вып. 1. С. 7–14. doi: <https://doi.org/10.17116/profmed2020230617>

References

- Colbert GB, Venegas-Vera AV, Lerma EV. Utility of telemedicine in the COVID-19 era. *Rev Cardiovasc Med.* 2020;21(4):583–587. doi: 10.31083/j.rcm.2020.04.188
- Bokolo AJ. Exploring the adoption of telemedicine and virtual software for care of outpatients during and after COVID-19 pandemic. *Ir J Med Sci.* 2021;190(1):1–10. doi: 10.1007/s11845-020-02299-z
- Wang H, Yuan X, Wang J, Sun C, Wang G. Telemedicine maybe an effective solution for management of chronic disease during the COVID-19 epidemic. *Prim Health Care Res Dev.* 2021;22:e48. doi: 10.1017/S1463423621000517
- Mirsky JB, Horn DM. Chronic disease management in the COVID-19 era. *Am J Manag Care.* 2020;26(8):329–330. doi: 10.37765/ajmc.2020.43838
- Cassar MR, Borg D, Camilleri L, et al. A novel use of telemedicine during the COVID-19 pandemic. *Int J Infect Dis.* 2021;103:182–187. doi: 10.1016/j.ijid.2020.11.170
- Baranov AA, Vishneva EA, Namazova-Baranova LS. Telemedicine — prospects and difficulties before a new development stage. *Pediatriceskaya Farmakologiya.* 2013;10(3):6–11. (In Russ.) doi: 10.15690/pf.v10i3.691

7. Kaplan B. Revisiting health information technology ethical, legal, and social issues and evaluation: telehealth/telemedicine and COVID-19. *Int J Med Inform.* 2020;143:104239. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104239
8. Zhuravlev MS, Tyagai ED. [Legal Problems of Telemedicine. Cyberphysical Systems Implanted into the Human Body.] Report. Moscow: Higher School of Economics Publ., 2021. (In Russ.) Accessed November 11, 2021. <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/482930148.pdf>
9. Fadeeva EV. Will e-health make medicine more accessible? *Sotsiologicheskie Issledovaniya.* 2020;(11):68–75. (In Russ.) doi: 10.31857/S013216250010580-1
10. Gorodnova NV, Klevtsov VV, Ovchinnikov EN. Prospects of telemedicine development in the context of digitalization of the Russian economy. *Voprosy Innovatsionnoy Ekonomiki.* 2019;9(3):1049–1066. (In Russ.) doi: 10.18334/vinec.9.3.41173
11. Zingerman BV, Shklovsky-Kordi NE, Vorobiev AI. About telemedicine “Patient to Doctor”. *Vrach i Informatsionnye Tekhnologii.* 2017;(1):61–79. (In Russ.)
12. Dmitrieva NE, Zhulin AB, Artamonov RE, Titov EA. [Assessment of the Digital Readiness of the Population of Russia]: Report prepared for the XXII International Scientific Conference on the Problems of Economic and Social Development, Moscow, April 13–30, 2021. Moscow: Higher School of Economics Publ.; 2021. (In Russ.) Accessed November 11, 2021. <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/464963752.pdf>
13. Shaderkin IA. Economic aspects of telemedicine. *Zhurnal Telemeditsiny i Elektronnogo Zdravookhraneniya.* 2021;7(3):65–72. (In Russ.) doi: 10.29188/2712-9217-2021-7-3-65-72
14. WHO Global Observatory for eHealth. *Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the second global survey on eHealth.* WHO, 2012. Accessed November 11, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44497>
15. Zheleznyakova IA, Khelisupali TA, Omelyanovskiy VV, Tishkina SN. Application of foreign experience of telemedicine services in the Russian Federation. *Meditzinskie Tekhnologii. Otsenka i Vychor.* 2020;(2(40)):26–34. (In Russ.) doi: 10.17116/medtech20204002126
16. Ivanov AA. Telemedical solutions for instrumental diagnostics at home in a patient in a pandemic. *Zhurnal Telemeditsiny i Elektronnogo Zdravookhraneniya.* 2021;7(1):25–34. (In Russ.) doi: 10.29188/2542-2413-2021-7-1-25-34
17. SocioDigger. *Expanded data collection for SocioDigger, Nov 2020;1(4): Health. Healthcare. Bioethics.* VTsIOM. (In Russ.) Accessed November 11, 2021. <https://sociodigger.ru/279/>
18. Bogdan IV, Gurylina MV, Chistyakova DP. Prospects and risks of telemedicine: survey results. In: *Sociology and Society: Traditions and Innovations in the Social Development of Regions [Electronic resource]: Proceedings of the Sixth All-Russian Sociological Congress, Tyumen, October 14–16, 2020.* Mansurov VA, Ivanova EYu, eds. Moscow: ROS; FNISTS RAN Publ., 2020:2543–2549. (In Russ.) doi: 10.19181/kongress.2020.307
19. Polunina NV, Tyazhelnikov AA, Pogonin AV, Kostenko EV. COVID-19 patients' satisfaction with quality of medical care provided in the form of telemedicine consultations. *Vestnik RGMU.* 2020;(6):142–148. (In Russ.) doi: 10.24075/vrgmu.2020.084
20. Drapkina OM, Shepel RN, Vakhovskaya TV, Zhama-lov LM, Kutcher AV, Bulgakova ES. Evaluation of the effectiveness of telemedicine consultations conducted by experts of National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine. *Profilakticheskaya Meditsina.* 2020;23(6):7–14. (In Russ.) doi: 10.17116/profmed2020230617





Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний на предприятии: систематический обзор

Ф.Г. Гарипова, А.Р. Хабибуллина, Е.А. Александрова

Международный центр экономики, управления и политики в области здоровья, НИУ «Высшая школа экономики», ул. Кантемировская, д. 3а, г. Санкт-Петербург, 194100, Российская Федерация

Резюме

Введение. Первичная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний на рабочем месте может иметь значимый эффект в снижении человеческих и трудовых потерь.

Цель: обобщить и систематизировать результаты научных исследований о влиянии профилактических мероприятий, организованных на рабочем месте, для снижения риска заболеваемости сердечно-сосудистых заболеваний.

Материалы и методы. Систематический обзор научных исследований осуществлен на английском и русском языках в базах данных PubMed и Web of Science. Авторы отобрали 41 исследование, содержащее эмпирическую оценку эффективности профилактических программ на рабочем месте в краткосрочном и долгосрочном периоде. Результаты исследований систематизированы по типам интервенций.

Результаты. Образовательные программы имеют противоречивые признаки профилактического эффекта возникновения рисков ССЗ, ассоциированные с показателями крови и лишнего веса. Схожие результаты имеют комплексные программы по формированию здорового образа жизни, однако в программах, где физической активности отводилось особое внимание, наблюдается положительный эффект, проявляющийся в снижении рисков ССЗ. Программы повышения физической активности показывают значимый эффект на индикаторы, связанные с весом сотрудников, и позволяют улучшить показатели артериального давления, липопротеинов высокой плотности, общего холестерина, но эффект неустойчив во времени. Эргономические мероприятия и ротация смен не продемонстрировали надежных доказательств влияния на снижение риска ССЗ.

Заключение. Понимание эффективности профилактических программ поможет работодателям и государству определить необходимые действия для снижения ущерба, связанного с ССЗ, и принять правильные решения в области охраны здоровья и социальной защиты.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, профилактическое вмешательство, здоровый образ жизни, физическая активность, эргономика, сотрудники, первичная профилактика.

Для цитирования: Гарипова Ф.Г., Хабибуллина А.Р., Александрова Е.А. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний на предприятии: систематический обзор // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 17–29. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-17-29>

Сведения об авторах:

✉ **Гарипова** Фарида Габдулхаевна – преподаватель департамента экономики, эксперт; e-mail: fgaripova@hse.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3076-7934>.

Хабибуллина Алина Ришатовна – преподаватель департамента экономики, младший научный сотрудник; e-mail: akhabibullina@hse.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9483-0958>.

Александрова Екатерина Александровна – к.э.н., доцент департамента экономики, руководитель; e-mail: ea.aleksandrova@hse.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7067-5087>.

Информация о вкладе авторов: Гарипова Ф.Г. – сбор и анализ данных, написание текста рукописи, проверка содержания рукописи; Хабибуллина А.Р. – сбор и анализ данных, написание текста рукописи; Александрова Е.А. – разработка концепции и дизайна исследования, редактирование рукописи.

Финансирование: статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 20-18-00307 «Здоровье нации: экономический подход к оценке здоровья и связанных с ним неравенства и качества жизни населения»).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 09.04.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Workplace Interventions Aimed to Reduce the Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review

Farida G. Garipova, Alina R. Khabibullina, Ekaterina A. Aleksandrova

International Center for Health Economics, Management and Policy,
Higher School of Economics, 3A Kantemirovskaya Street, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Summary

Introduction: Primary prevention of cardiovascular diseases in the workplace can have a considerable effect on reducing human and labor losses.

Objective: To summarize and to systematize the results of academic studies on workplace interventions to reduce the risk of cardiovascular diseases.

Materials and methods: We conducted a systematic review of academic studies published in English and Russian and uploaded to PubMed and Web of Science. We selected 41 studies containing empirical assessments of the effectiveness of both short-term and long-term prevention programmes in the workplace and grouped them by intervention types.

Results: Education programmes have controversial signs of a cardiovascular risk preventive effect associated with blood and weight parameters. Comprehensive programmes aimed to form a healthy lifestyle show similar results, whereas the programmes aimed to increase physical activity of employees proved their effectiveness in reducing the risk of cardiovascular diseases through normalizing the body weight, blood pressure, high density lipoprotein and total cholesterol levels; yet, these results had only a short-term effect. Ergonomics-related interventions and shift rotation failed to demonstrate strong evidence of the potential to lower the risk of heart diseases.

Conclusion: Understanding the effectiveness of prevention programs will help employers and governments to identify necessary interventions to reduce losses related to cardiovascular diseases and to make the right health and social protection decisions.

Keywords: cardiovascular diseases, intervention, healthy lifestyle, physical activity, ergonomics, employees, primary prevention.

For citation: Garipova FG, Khabibullina AR, Aleksandrova EA. Workplace interventions aimed to reduce the risk of cardiovascular disease: a systematic review. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):17–29. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-17-29>

Author information:

✉ Farida G. Garipova, lecturer, Department of Economics, Expert of the International Center for Health Economics, Management and Policy, Higher School of Economics; e-mail: fgaripova@hse.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3076-7934>.

Alina R. Khabibullina, lecturer, Department of Economics, Junior Research Fellow, International Center for Health Economics, Management and Policy, Higher School of Economics; e-mail: akhabibullina@hse.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9483-0958>.

Ekaterina A. Aleksandrova, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Department of Economics, Head of the International Center for Health Economics, Management and Policy, Higher School of Economics; e-mail: ea.aleksandrova@hse.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7067-5087>.

Author contributions: Garipova F.G. and Khabibullina A.R. analyzed and interpreted data, wrote and revised the manuscript; Aleksandrova E.A. developed the study conception and design development and revised the manuscript; all authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Funding: The work was supported by the Russian Science Foundation (Project No. 20-18-00307 *Health of the Nation: A Multidimensional Analysis of Health, Health Inequality and Health-Related Quality of Life*).

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: April 9, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Распространенность сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) приводит к значительным экономическим и социальным потерям во всем мире [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, почти половина из 36 млн случаев смерти от неинфекционных заболеваний вызвана ССЗ, при этом среди людей моложе 70 лет на ССЗ приходится наибольшая доля (39 %) случаев смерти от неинфекционных заболеваний [2].

Несмотря на снижение показателей смертности от ССЗ, распространенность заболеваемости и инвалидизации остаются чрезвычайно высокими в России. По данным за 2014 год около половины всех летальных исходов (среди мужчин – 44,9 %, женщины – 55,4 %) в России стали следствием ССЗ [3]. По сравнению со странами Западной Европы, в России низкий средний возраст смертности от ССЗ. Так, число смертей от ССЗ среди мужчин начинает резко увеличиваться уже после 25 лет и достигает пика до 70–75 лет [4].

Экономический ущерб от ССЗ ассоциирован, с одной стороны, с прямыми затратами на оказание медицинской помощи и выплатами пособий по инвалидности, а с другой стороны, с косвенными затратами, связанными с преждевременной смертностью и снижением производительности среди населения трудоспособного возраста [5]. За 2016 год потери национальной экономики от ССЗ в России составили 2,7 трлн рублей или 3,2 % от ВВП [6]. Общая потеря рабочего времени в среднем составляет 70 рабочих дней для острого коронарного синдрома и 68 рабочих дней для инсульта (или 25 % рабочих дней в году) [7].

По оценкам экспертов, увеличение продолжительности жизни, старение населения, а также продолжающаяся урбанизация будут только способствовать росту социально-экономического бремени, поэтому профилактика ССЗ все чаще становится предметом обсуждения на различных уровнях: от международных организаций до предпринимательских союзов и объединений [3, 8].

На вероятность возникновения ССЗ оказывает влияние множество отдельных и взаимодействующих между собой факторов, однако большинство случаев ССЗ связано с небольшим количеством модифицируемых детерминант риска [9]. Всемирная организация здравоохранения отмечает, что значительная доля ССЗ (до 80 %) предотвратима за счет уменьшения воздействия поведенческих и психологических факторов риска, таких как употребление табака, нездоровое питание, отсутствие физической активности, вредное употребление алкоголя, стресс [10].

Рабочее место рассматривается как важная среда не только для профилактики производственно-обусловленных болезней и травм, но улучшения здоровья людей в целом. Профилактические программы на рабочих местах потенциально позволяют охватить значительные группы трудоспособного населения [8]. Выгоды от мероприятий по улучшению условий труда, такие как повышение продуктивности работников, повышение качества и снижение себестоимости продукции, являются важными ожидаемыми результатами проводимых интервенций и мотивацией для работодателя [11].

Для планирования эффективной программы профилактики требуется предоставление доказательств влияния мероприятий по укреплению здоровья и снижению риска сердечно-сосудистого заболевания. Отдельные исследования демонстрируют противоречивые результаты и требуют систематизации для выявления эффективных мероприятий. Подобные научно обоснованные доказательства традиционно формируются через систематический обзор опубликованных вмешательств.

Целью данного обзора является выявление и систематизация данных о влиянии профилактических мероприятий, организованных на рабочем месте, на маркеры риска сердечно-сосудистых заболеваний и описание подходов к вмешательствам, использованных в различных исследованиях.

Материалы и методы*Стратегия поиска и отбор исследований*

Поиск и отбор релевантной литературы проводился с октября по декабрь 2020 года в соответствии с международным руководством по систематическим обзорам – PRISMA [12]. Поиск литературы осуществлен на английском и русском языках с использованием самой крупной электронной медицинской и биологической базы данных PubMed и ведущей международной наукометрической базы Web of Science. Дополнительно к поиску публикаций в базах данных были проанализированы ссылки на источники в найденных исследованиях¹.

Критерии включения статей были следующими: (1) набор участников происходил на рабочем месте, вмешательство было осуществлено на рабочем месте; (2) исследование должно содержать результаты мероприятий по профилактике ССЗ; (3) исследование должно относиться к типам: экспериментальному, квазиэкспериментальному или наблюдательному; (4) исследования, опубликованные на английском или русском языках.

Были исключены исследования: (1) включающие или допускающие фармакологическую терапию;

¹ Также был произведен поиск литературы в российской научной базе данных Elibrary. Найденные источники не соответствовали критериям включения в данный обзор и не использовались в дальнейшем анализе.

(2) описания клинических случаев; (3) материалы конференций, обзорные и редакционные статьи; (4) исследования на животных, детях, подростках, пожилых, беременных и (5) показатели эффективности интервенции, которые не содержат хотя бы один основной показатель, связанный с фактором риска ССЗ (например, вес, ИМТ, показатели давления, крови) в качестве количественного результата. Данные о результатах учитывались для краткосрочного (≤ 12 месяцев) и долгосрочного (> 12 месяцев) периодов наблюдений.

В соответствии с моделью поиска для проведения систематического обзора в доказательной клинической и медицинской практике PICOS, поиск источников был разделен на пять категорий включения [13]². Объединение между категориями осуществлялось логическим оператором «И» («AND»), объединение внутри категорий — логическим оператором «ИЛИ» («OR»). Стратегия поиска в Pubmed и ключевые слова для поиска (Mesh) представлены в табл. 1³.

На первом этапе проводился поиск источников литературы с использованием ключевых слов, на втором этапе просматривались заголовки, аннотации статей и исключались публикации, не соответствовавшие критериям включения в исследование. На третьем этапе просматривался полный текст отобранных статей на соответствие критериям включения и наличие релевантных результатов исследования (рисунок). В качестве маркеров риска использовались показатели из клинической практики ССЗ, рекомендованные проектом SCORE, Всемирной организацией здравоохранения [14] и Американской кардиологической Ассоциацией [15, 16].

Всего было идентифицировано 5804 публикации при первоначальном поиске. После удаления дубликатов были просмотрены 4073 заголовка публикаций и аннотаций. Полный текст был про-

смотрен у 365 статей, из которых 41 публикация соответствовала критериям включения в дальнейший обзор профилактических мероприятий ССЗ.

Извлечение данных

Из исследований были извлечены следующие данные: имя первого автора, год публикации, страна, дизайн исследования, участники, размер выборки, демографические характеристики выборки, характеристики и длительность вмешательства, точки сбора данных, результаты исследования и метод анализа данных. Количественные данные были обобщены по категориям интервенций; эффекты интервенций считались значимыми при значении p -value ≤ 0.05 .

Характеристики 41 включенного исследования приведены в приложении к этой статье (<https://spb.hse.ru/scem/chemp/policyevaluation/regulation>). Извлеченные публикации включают в себя интервенции на рабочем месте среди сотрудников с низкой физической активностью и сидячим образом жизни (сотрудники офисов и госслужащие, менеджеры, работники университетов, $n = 16$)⁴, сотрудников с высокой физической нагрузкой или повышенным уровнем стресса (работники стройки, полицейские, медицинский персонал, работники заводов, дорог и проч., $n = 10$), а также работников разного звена (работники строительной отрасли, клининговых служб, образовательных учреждений и проч., $n = 15$).

Результаты исследований, включенных в обзор, сгруппированы в табл. 2. В большинстве исследований ($n = 13$) использовали в качестве интервенций разные типы физической активности. Чуть меньше статей ($n = 11$) в качестве интервенций реализовывали обучающие программы на рабочем месте, где часть или все обучение происходило через веб-приложения / письма / онлайн. Также распространены исследования ($n = 10$) по улучшению здоровья и образа жизни

Таблица 1. Стратегия поиска в PubMed

Table 1. Search strategy in PubMed

№	Категории / Search categories	Ключевые слова, комбинации / Search terms, combinations
	Поиск / Search strategy	#1 AND #2 AND #3 AND #4 AND #5 NOT patient*
#1	Проблема, заболевание / Problem, disease	"cardiovascular disease" OR cardiometabolic OR cardiovascular OR "cardiovascular risk" OR "cerebro-cardiovascular disease"
#2	Население, выборка / Population, sample	"occupational health" OR "occupational health services" OR employer* OR employee* OR worker* OR office OR work* OR occupation* OR job
#3	Вмешательство / Intervention	"lifestyle intervention" OR "health behavior" OR "health promotion" OR "disease prevention" OR "behavioral change" OR "exercise" OR "physical activity" OR "food" OR "diet" OR "nutrition" OR "weight loss" OR "stress" OR "psychological" OR "psychosocial" OR "cognitive" OR "Diet Therapy" OR "Exercise Therapy" OR "Physical Fitness" OR "walking" OR "place of work" OR desk
#	Сравнение, контроль или компаратор / Comparison, control or comparator	----
#4	Результат(ы) / Results	Glycaemia OR Lipid* OR cholesterol OR Triglyceride* OR Triacylglycerol OR Lipoprotein* OR Insulin OR glucose OR "Blood Pressure" OR "Flow Mediated Dilation" OR Waist OR Weight OR "Body mass index" OR BMI OR "Body fat" OR "Body composition" OR "Anthropometric" OR Overweight OR Obesity OR Fat OR BMI OR weight OR waist OR cholesterol OR triglyceride OR HDL OR LDL OR "biomarker lipid" OR "blood glucose"
#5	Тип исследования / Study type	"intervention studies" OR intervention* OR "program evaluation" OR "evaluation studies" OR "randomized controlled trials" OR random* OR RCT OR randomized OR clinical trial OR trial* OR "controlled clinical trial" OR "case-control studies" OR program* OR study OR studies OR effect* OR control* OR evaluate*

² Структура PICOS: P — Пациент, Проблема или Население, I — Вмешательство, C — Сравнение, контроль или компаратор, O — Результат(ы), S — Тип исследования.

³ С целью экономии места, аналогичная стратегия поиска и ключевые слова для WoS не приводятся в статье, но может быть предоставлена читателям по запросу.

⁴ В скобках приведено количество статей.

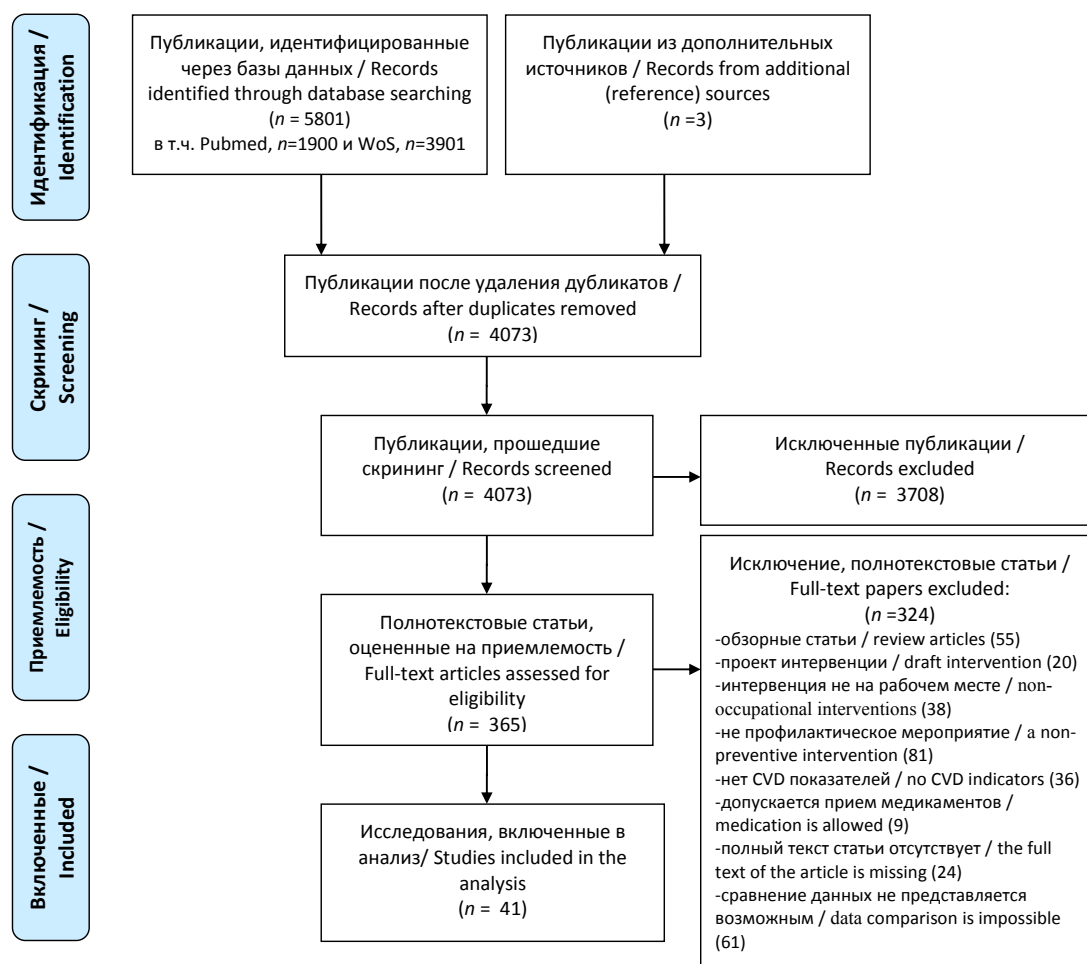


Рисунок. Стратегия поиска и отбора статей для включения в систематический обзор литературы

Figure. Strategy for searching and selecting articles for inclusion in this systematic literature review

(lifestyle program, далее — комплексная программа по формированию здорового образа жизни), которые чаще всего включали в себя обучение, консультации сотрудников по здоровью и образу жизни, физические упражнения и/или использование шагомера. Несколько исследований ($n = 3$) внедряли эргономические изменения рабочего места для повышения физической активности сотрудников и снижения их рабочего времени, проведенного сидя. Остальные исследования использовали комбинации ранее перечисленных мероприятий по профилактике ССЗ ($n = 3$), и одно исследование использовало в качестве интервенции изменение рабочего графика (рабочих смен) у сотрудников.

Программы физической активности

Оценке эффективности физической активности для снижения рисков ССЗ было посвящено тринадцать статей, и одна статья содержала в себе комбинацию образовательной программы и программы физической активности. Для осуществления программ физической активности на рабочем месте пять программ реализовывали прогулки с использованием шагомеров [17–21], три программы содержали аэробные упражнения с использованием беговой дорожки [22], степперов [23] и велоэргометра [24]. Две программы содержали силовые тренировки [25, 26]. Три исследования были проведены на одной выборке сотрудников клининговых компании Дании [27–29], которым

предлагались аэробные занятия на рабочем месте: в соответствии с результатами этих исследований, повышение аэробной нагрузки улучшает показатели кардиореспираторной подготовки в долгосрочной перспективе, но повышает уровень артериального давления участников (эффект статистически не значим, но был отмечен авторами как требующий дальнейшего изучения).

Повышенная частота сердечных сокращений и артериального давления в течение длительного периода времени вызывает чрезмерную нагрузку на стенку предсердия, увеличивая риск воспаления и гипертонии [24]. Для изучения непосредственного влияния аэробных упражнений на артериальное давление работников с высоким уровнем профессиональной физической активности было проведено исследование, в котором артериальное давление измерялось сразу после и в течение суток после 30-минутного сеанса занятий на велоэргометре. Исследование показало значительное снижение систолического артериального давления после одного 30-минутного сеанса аэробной нагрузки, что указывает на положительное влияние физических упражнений на артериальное давление работников клининговой службы. Это наблюдение позволяет сделать вывод, что повышение артериального давления у работников с высоким уровнем физической активности, которое наблюдалось в предыдущих исследованиях [27–29], связано с индивидуальными факторами или условиями

Таблица 2. Результаты исследований (значимые эффекты)

Table 2. Research results (significant effects)

Автор, год / Author, year	Выборка / Sample	Период / Follow-up period	Группа сравнения, дизайн исследования / Comparison group, survey design	Результирующие показатели / Outcome measurements	Значимый эффект воздействия / Significant impact effect
Образовательная программа / Educational program					
Kouwenhoven-Pasmooij <i>et al.</i> , 2018	Военные, медработники, полицейские / Military, police and hospital staff	6, 12 месяцев / months	КГ без интервенций / CG without intervention (CC = 213, SC = 271), РКИ / RCT**	ИМТ / BMI 1; курение / smoking, %; больничные листы / sickness absence, %; потеря производительности / productivity loss, %; избыточное потребление алкоголя / alcohol abuse, %.	Процент курящих через 6 месяцев / Percentage of smokers after 6 months, p -value < 0,05
Gomes <i>et al.</i> , 2016	Сотрудники государственных школ / Public school workers	4 месяца / months	до и после ($n = 49$), наблюдательное продольное исследование / longitudinal study – before and after	BP ² (мм рт. ст.) / (mm Hg); ИМТ / BMI; WHR ³ ; HDL, LDL ⁴ (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза натощак (мг/дл) / Glucose fasting, (mg/dL); Уровень стресса / Stress levels; Холестерин (мг/дл) / Cholesterol (mg/dL); TG5 (мг/дл) / (mg/dL)	У всех групп / In all cohorts: BP, p -value < 0,01; Холестерин / Cholesterol, p -value < 0,01; TG, p -value < 0,01; ИМТ / BMI, p -value < 0,001; WHR, p -value < 0,01. Только у учителей / In teachers only: WHR, p -value < 0,05; Глюкоза / Glucose, p -value = 0,05
Bennett <i>et al.</i> , 2011	Менеджеры / managers	6 месяцев / months	КГ без интервенций / CG without intervention (КГ = 72, ИГ = 73), РКИ / RCT	Вес (фунты) / Weight (pounds); ИМТ / BMI; BFP6, %; ОТ (дюймы) / WC7 (inches)	ОТ для женщин / WC for women, p -value = 0,02
Verweij <i>et al.</i> , 2013	Работники / Employees	6, 12, 18 месяцев / months	КГ без интервенций / CG without intervention (КГ = 249, ИГ = 274), РКИ / RCT	ОТ (см) / WC (cm); Вес (кг) / Weight (kg); ИМТ / BMI; BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Холестерин (ммоль / л) / Cholesterol (mmol/L)	–
Puhkala <i>et al.</i> , 2015	Водители автобусов и грузовиков / Truck or bus drivers	12, 15, 24 месяца / months	КГ участвовала в коротких консультациях / KG participated in short consultations (КГ = 58, ИГ = 55), РКИ / RCT	Вес (кг) / Weight(kg); ОТ (см) / WC (cm); Жировая масса (кг) / Fat mass (kg); Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/l); HDL, LDL (ммоль/л) / (mmol/l); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg)	Измерения через 12 месяцев / Following 12 months: ОТ / WC, p -value < 0,05; Жировая масса / Fat mass, p -value < 0,05; Глюкоза / Glucose, p -value < 0,05
Kramer <i>et al.</i> , 2016	Технические специалисты / Technical employees	6, 12, 18 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention, ($n = 60$), РКИ / RCT	Вес (фунты) / Weight (pounds); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL); Инсулин (мг/дл) / Insulin (mg/dL); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); ОТ (дюймы) / WC (inches); ИМТ / BMI; Физическая активность (MET-часы) / Physical Activity (MET-hours)	Измерения через 6 месяцев / Following 6 months: Вес / Weight, p -value = 0,0001, Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c), p -value = 0,009; BP систолическое / systolic, p -value = 0,005, ОТ / WC, p -value = 0,0006; ИМТ / BMI, p -value = 0,0003
Gomel <i>et al.</i> , 1993	сотрудники скорой помощи / ambulance stations staff	3, 6, 12 месяцев / months	Нет КГ, сравнение между группами ($N = 431$), рандомизированное неконтролируемое экспериментальное исследование / Without CG, cluster randomization uncontrolled procedure	ИМТ / BMI; BFP, %; BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Общий холестерин (мг/100 мл) / Total cholesterol (mg/100 mL); VO ₂ max (мл кг ⁻¹ /мин ⁻¹); Количество сигарет выкуриваемых в день / Number of cigarettes per day; Доля курящих / Smokers, %	ИМТ вырос у 1, 2 группы vs 3, 4, p -value = 0,04 за 12 мес; BFP снизился у 3, 4 vs 1, 2, p -value = 0,02 за 12 мес.; BP повысилось у 4 vs 3, p -value = 0,01 за 3 мес.; BP снизилось у 3 vs 4, p -value = 0,0002 за 3 мес.; % курящих снизился в 3, 4 vs 1, 2, p -value = 0,004 за 3 мес. / BMI increased in 1, 2 vs 3, 4, p -value = 0,04 for 12 months; BFP decreased in 3, 4 vs 1, 2, p -value = 0,02 for 12 months; BP increased in 4 vs 3, p -value = 0,01 for 3 months; BP decreased in 3 vs 4, p -value = 0,0002 for 3 months; % of smokers decreased in 3, 4 gr vs 1, 2, p -value = 0,004 for 3 months
Braeckman <i>et al.</i> , 1999	Рабочие строительных площадок / Construction site workers	3 месяца / months	КГ получила информацию об индивидуальном риске (КГ = 366, ИГ = 272), нерандомизированное / KG received information about CVD risk, nonrandomised controlled trial	Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL); Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%); Инсулин / Insulin; BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); ОТ (дюймы) / WC (inches); ИМТ / BMI	HDL, p -value < 0,05, ИМТ / BMI, p -value < 0,05

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Groeneveld <i>et al.</i> , 2010	Строители и администраторы в строительной отрасли / Builders and administrators in the construction industry	6, 12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 256, ИГ = 261), РКИ / RCT	Вес (кг) / Weight (kg); ИМТ (кг/м²) / BMI (kg/m²); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); HDL (ммоль/л) / (mmol/L); Соотношение холестерина / Cholesterol ratio; Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%)	Измерение через 6 месяцев: Вес / Weight, p -value < 0,05; ИМТ / BMI, p -value < 0,05; BP диастолическое / diastolic, p -value < 0,05 Измерение через 12 месяцев: Вес / Weight, p -value < 0,05; ИМТ / BMI, p -value < 0,05
Saffari <i>et al.</i> , 2020	Полицейские / Police officers	3 месяца / months	До и после ($n = 58$), квазиэкспериментальное исследование с КГ / Before and after quasi-experimental study with KG	ИМТ / BMI; TG (мг/дл) / (mg/dL); Холестерин / Cholesterol (mg/dL); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза / Glucose (мг/дл); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Физическая активность (мин/нед.) / Physical Activity (min/week)	ИМТ / BMI, p -value < 0,05; TG, p -value < 0,001; Холестерин / Cholesterol, p -value < 0,001; HDL, LDL, p -value < 0,001; Физическая активность / Physical Activity, p -value < 0,001
Deitz <i>et al.</i> , 2014	Сотрудники больницы / Hospital staff	6 недель / weeks	КГ без интервенций / KG without intervention ($n = 210$), РКИ / RCT	Вес / Weight; BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); ЧСС (уд./мин) / HR (beats/min); Обхват бедер / hip circumference; Стресс / Coping with stress; Депрессия / Depression; Статус курения / Smoking status; Физическая нагрузка / Exercise Measures (total)	Уровень стресса / Coping with stress, p -value = 0,003; Статус курения / Smoking status, p -value = 0,047; Депрессия / Depression, p -value = 0,036; Физическая нагрузка / Exercise Measures (total), p -value = 0,016
Программа повышения физической активности / Physical activity intervention					
Haslam <i>et al.</i> , 2019	Работники с низкой физич. активностью / Staff with low active	24 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 218, ИГ_1 = 431, ИГ_2 = 471, квазиэксперимент / quasi-experimental study	ИМТ / BMI; Телесный жир / Body fat, %; ОТ (см) / WC (cm); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); ЧСС (уд./30 с) / HR (beats/30 seconds); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg)	Группа стандартного вмешательства / Standard intervention: ЧСС / HR, p -value = 0,021 Группа поэтапного вмешательства / Step-wise intervention: ИМТ / BMI, p -value = 0,007; ОТ / WC, p -value = 0,001; ЧСС / HR, p -value = 0,047
Skogstad <i>et al.</i> , 2016	Работники предприятия по содержанию дорог / Workers of road maintenance enterprise	8 недель / weeks	До и после ($n = 121$), проспективное когортное исследование / Before and after prospective cohort design	Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%); Холестерин (ммоль/л) / Cholesterol (mmol/L); HDL, LDL (ммоль/л) / (mmol/L); CRP ⁹ (мг/л) / (mg/L); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); ЧСС (уд./мин) / HR (beats/min); Максимальное потребление кислорода (VO_2 max), ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) / Maximal oxygen uptake, VO_{2max} , ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	Общий холестерин / Total cholesterol, p -value = 0,032; LDL, p -value = 0,0034; BP диастолическое / diastolic, p -value = 0,024; Максимальное потребление кислорода (VO_2 max), p -value = 0,00022
Korshøj <i>et al.</i> , 2015	Сотрудники клининговых компаний / Cleaning company employees	4 месяца / months	КГ без вмешательства, прослушала две лекции о здоровье (КГ = 59, ИГ = 57) / KG without intervention, listened to lectures about health, РКИ / RCT	CRP (мкг/мл) / ($\mu g/mL$); Фибриноген (г/л) / Fibrinogen (g/L); HDL, LDL (ммоль/л) / (mmol/L); Общий холестерин (ммоль/л) / Total cholesterol (mmol/L); Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%); Соотношение / LDL/HDL ratio	CRP, p -value < 0,01; LDL, p -value < 0,01; Соотношение / ratio LDL / HDL, p -value < 0,01
Korshøj <i>et al.</i> , 2014	Сотрудники клининговых компаний / Cleaning company employees	4 месяца / months	КГ прослушала две лекции о здоровом образе жизни (КГ = 59, ИГ = 57) / KG without intervention, listened to two lectures, РКИ / RCT	Кардиореспираторная подготовка ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$) / Cardiorespiratory fitness ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$); Аэробная нагрузка (% от ЧСС) / Aerobic workload (% of HR); ЧСС покоя (уд./мин) / Resting HR (beats/min); ЧСС сна (уд./мин) / Sleeping HR (beats/min); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg)	Кардиореспираторная подготовка ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$) / Cardiorespiratory fitness ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$), p -value < 0,01; Аэробная нагрузка / Aerobic workload, p -value < 0,01; ЧСС покоя / Resting HR, p -value < 0,01; ЧСС сна / Sleeping HR, p -value < 0,01; BP систолическое / systolic, p -value < 0,01
Korshøj <i>et al.</i> , 2016	Сотрудники клининговых компаний / Cleaning company employees	12 месяцев / months	КГ прослушала две лекции о здоровом образе жизни (КГ = 59, ИГ = 57) / KG without intervention, listened to two lectures on a healthy lifestyle, РКИ / RCT	Кардиореспираторная подготовка / Cardiorespiratory fitness ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$); Аэробная нагрузка (% от ЧСС) / Aerobic workload (% of HR); ЧСС покоя (уд./мин) / Resting HR (beats/min); ЧСС сна (уд./мин) / Sleeping HR (beats/min); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); CRP (мкг/мл) / ($\mu g/mL$); Фибриноген (г/л) / Fibrinogen (g/L); HDL, LDL (ммоль/л) / (mmol/L); Общий холестерин (ммоль/л) / Total cholesterol (mmol/L); TG (мг/дл) / (mg/dL); Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%); Вес (кг) / Weight (kg); Телесный жир / body fat (%), ОТ (см) / WC (cm)	Кардиореспираторная подготовка ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$) / Cardiorespiratory fitness ($mL O_2 \times min^{-1} \times kg^{-1}$), p -value < 0,05; Аэробная нагрузка / Aerobic workload, p -value < 0,05; ЧСС покоя (уд./мин) / Resting HR (beats/min), p -value < 0,01; CRP, p -value < 0,01; Общий холестерин / Total cholesterol, p -value < 0,05; Вес / Weight, p -value = 0,01; Телесный жир / Body fat, p -value < 0,01; ОТ / WC, p -value < 0,05

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Rasmussen <i>et al.</i> , 2017	Сотрудники клининговой компании / Cleaning company employees	24 часа / hours	КГ без интервенций / КГ without intervention ($n = 18$), РКИ перекрестное / cross-over RCT	24-ч амбулаторное ВР (мм рт. ст.) / 24-h ambulatory BP (mm Hg); амбулаторное ВР систолическое и диастолическое (мм рт. ст.) / ambulatory BP systolic and diastolic (mm Hg)	24-ч амбулаторное ВР / 24-h ambulatory, p -value < 0,01; амбулаторное ВР систолическое и диастолическое в течение рабочего дня / Work hours ambulatory BP systolic and diastolic, p -value < 0,05; амбулаторное ВР систолическое во время отдыха / Leisure time ambulatory BP Systolic, p -value < 0,05
Pedersen <i>et al.</i> , 2009	Офисные сотрудники / Office workers	12 месяцев / months	КГ получила информацию о своем уровне риска ССЗ ($n = 550$) / the КГ received information about their CVD risk level, РКИ / RCT	BFP, %; ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); Физическая активность (мин/нед.) / Physical Activity (min/week)	
Alkhatib <i>et al.</i> , 2015	Сотрудники университетов / University staff	10 недель / weeks	До и после ($n = 22$), кросс-секция / Before and after, cross section	ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); ИМТ / BMI; VO_2 max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	VO_2 max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), p -value < 0,05
Murphy <i>et al.</i> , 2006	Сотрудники государственной службы / Civil service workers	8 недель / weeks	КГ без интервенций / КГ without intervention (КГ = 12, ИГ = 21), РКИ / RCT	Вес / Weight; BFP, %; ОТ(см) / WC (cm); окружность бедер (см) / hip circumference (cm); ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); Общий холестерин / Total cholesterol; HDL, LDL (ммоль*л ⁻¹) / (mmol·L ⁻¹); TG (ммоль*л ⁻¹) / (mmol·L ⁻¹); CRP (мг/л) / (mg/L)	BFP, p -value < 0,05; ВР систолическое / systolic, p -value < 0,05
Akgoz <i>et al.</i> , 2020	Медсестры / Nurses	12 недель / weeks	КГ без интервенций / КГ without intervention (КГ = 10, ИГ = 9), РКИ / RCT	Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol, (mg/dL); Оценка ССЗ риска и 'HeartScore program' / CVD risk and 'HeartScore program'; ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); Вес (кг) / Weight (kg); ИМТ / BMI; ОТ / WC	Общий холестерин / Total cholesterol, p -value = 0,001; Оценка ССЗ риск и 'HeartScore program' / CVD risk and 'HeartScore program', p -value = 0,019; ВР систолическое / systolic, p -value = 0,041
Gram, Bibi, <i>et al.</i> , 2012	Сотрудники строительной отрасли / Construction industry employees	12 недель / weeks	КГ предложена лекция об укреплении здоровья (КГ = 32, ИГ = 35) / КГ can visit a lecture on health promotion, РКИ / RCT	Вес (кг) / Weight (kg); ИМТ / BMI; ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol, (mg/dL); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); VO_2 max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$); ЧСС (уд./мин) / HR (beats/min); TG (мг/дл) / (mg/dL)	VO_2 max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), p -value < 0,05; ЧСС покоя (уд./мин) / Resting HR (beats/min), p -value < 0,001
Yuan <i>et al.</i> , 2009	Медсестры в медицинском центре / Nurses in medical centre	3 месяца / months	КГ без интервенций / КГ without intervention (КГ = 41, ИГ = 45), квазиэксперимент / quasi-experimental study	ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); ИМТ / BMI; Сила сжатия Грпп / Grip strength; Сердечно-легочная прочность / Cardiopulmonary durability	ИМТ / BMI (p -value = 0,002); Сердечно-легочная прочность / Cardiopulmonary durability, p -value < 0,001
Lennefer <i>et al.</i> , 2020	Работники с низкой физич. активностью / Staff with low physical activity	3 недели / weeks, 1, 3 месяца / month	КГ без интервенций / КГ without intervention (КГ = 57, ИГ = 59), РКИ / RCT	Восприятие здоровья (SF-36 опросник) / Self-rated health (SF-36 questionnaire); ИМТ / BMI	Измерение через 3 недели / Following 3 weeks: SF-36, p -value = 0,029; ИМТ / BMI, p -value = 0,003; (эффект сохранялся в ИГ через 1 и 3 мес., с КГ не сравнивали), Сравнение с КГ было через 3 недели, в остальные точки оценивали динамику / (the effect persisted in IG after 1 month), Comparison with КГ was only after 3 weeks
Комплексная программа по формированию здорового образа жизни / Lifestyle intervention program					
Racette <i>et al.</i> , 2015	Сотрудники медицинского центра / Employees of a medical center	12 месяцев / months	КГ без интервенций / КГ without intervention (КГ = 67, ИГ = 84), РКИ / RCT	ВР (мм рт. ст.) / (mm Hg); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol, (mg/dL); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL), TG (мг/дл) / (mg/dL); Отношение общего холестерина к / Total cholesterol HDL ratio, Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL)	ВР систолическое и диастолическое / BP systolic and diastolic, p -value < 0,01; Общий холестерин / Total cholesterol, p -value < 0,01; HDL, LDL, p -value < 0,01; Отношение общего холестерина к / Total cholesterol HDL ratio, p -value < 0,01

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Holben <i>et al.</i> , 2017	Сотрудники университета / University staff	100 дней / days, 12 месяцев / months	До и после ($n = 74$), проспективное когортное исследование / Before and after prospective cohort study	Вес (кг) / Weight (kg); BFP, %; ИМТ / BMI; ОТ / WC; HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); Глюкоза натощак (мг/дл) / Glucose (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Максимальное потребление кислорода (VO_2 max) / Maximal oxygen uptake, VO_2 max	Измерение через 100 дней / Following 100 days: Вес / Weight, p -value < 0,001; BFP, p -value < 0,001; ИМТ / BMI, p -value < 0,001; ОТ / WC, p -value < 0,001; LDL, p -value < 0,001; Холестерин, p -value < 0,001; TG, p -value < 0,05; BP, p -value < 0,05; VO_2 max, p -value < 0,001; Измерение через 12 мес. / Following 12 months: Вес, p -value < 0,001; BFP, p -value < 0,001; ИМТ / BMI, p -value < 0,001; ОТ / WC, p -value < 0,001; HDL, LDL, p -value < 0,05; Глюкоза / Glucose, p -value < 0,05; TG, p -value < 0,05; BP, p -value < 0,05; VO_2 , p -value < 0,001
Remy <i>et al.</i> , 2017	Сотрудники университета / University staff	26 месяцев / months	До и после ($n = 160$), кросс-секция / Before and after observational study	Вес(фунты) / Weight (pounds); ИМТ (кг/м ²) / BMI (kg/m ²); Рост / Height; BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL)	ИМТ / BMI, p -value < 0,05; BP, p -value < 0,05; HDL, LDL, p -value < 0,001*; Глюкоза натощак / Glucose, p -value < 0,001; Общий холестерин / Total cholesterol, p -value < 0,001
Butler <i>et al.</i> , 2015	Сотрудники университета / University staff	8 недель / weeks	До и после ($n = 121$), проспективное когортное исследование / Before and after prospective cohort study	Вес / Weight; BFP, %; ИМТ / BMI; ОТ / WC; HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); ЧСС(уд. / 30 сек) / HR (beats/30 seconds); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); Глюкоза натощак (мг/дл) / Glucose (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg)	BFP, % p -value < 0,01; ИМТ / BMI, p -value < 0,01; ОТ / WC p -value < 0,01; HDL, p -value < 0,01; ЧСС(уд./мин) / HR (beats/min), p -value < 0,01; Общий холестерин / Total cholesterol, p -value < 0,01; Глюкоза / Glucose, p -value < 0,01; TG, p -value < 0,01; BP, p -value < 0,01
Nisbeth <i>et al.</i> , 2000	Сотрудники ИТ компании / IT staff	12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 26, ИГ = 48), РКИ / RCT	Вес / Weight; ИМТ / BMI; HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); VO_2 max; Соотношение / ratio LDL / HDL; Общий холестерин / Total cholesterol (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg);	Вес / Weight, p -value < 0,05; ИМТ (кг/м ²) / BMI (kg/m ²) p -value < 0,05; Максимальное потребление кислорода (VO_2 max) / Maximal oxygen uptake, (VO_2 max), p -value < 0,05
Viester <i>et al.</i> , 2017	Рабочие / Blue collar workers	6,12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 152, ИГ = 162), РКИ / RCT	Вес / Weight; ИМТ / BMI; ОТ (см) / WC (cm); Общий холестерин / Total cholesterol (mmol/L); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg)	Измерение через 6 месяцев / Following 6 months: Вес / Weight, p -value = 0,010 (0,021); ИМТ / BMI, p -value = 0,017 (0,01); ОТ / WC, p -value = 0,024 (0,032)
Brehm <i>et al.</i> , 2011	Работники заводов / Manufacturing company employees	3, 6, 12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention ($n = 341$), РКИ / RCT	BFP, %; ИМТ / BMI; HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dl); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Инсулинорезистентность (мЕд/мл) / Insulin Resistance (mU/mL)	
Shrivastava <i>et al.</i> , 2017	Сотрудники компаний / Employees	6 месяцев / months	КГ – беседа о здоровье (КГ = 111, ИГ = 156) / KG – health conversation, РКИ / RCT	Вес / Weight; ИМТ / BMI; BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); WHR; HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL); Общий холестерин(мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL)	Вес / Weight, p < 0,001; ИМТ / BMI, p -value < 0,001; WHR, p -value < 0,001; HDL, p -value = 0,0051; Общий холестерин / Total cholesterol, p -value = 0,0134; TG, p -value = 0,0218
Thorndike <i>et al.</i> , 2012	Сотрудники больницы общего профиля / Hospital staff	10 недель / weeks, 12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention, РКИ / RCT (КГ = 156, ИГ = 174)	Вес / Weight; ИМТ (кг/м ²) / BMI (kg/m ²); ОТ (дюймы) / WC (inches); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dl); Глюкоза натощак (мг/дл) / Glucose fasting (mg/dL)	
Maylor <i>et al.</i> , 2018	Офисные сотрудники / Office workers	8 недель / weeks	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 41, ИГ = 48), РКИ / RCT	Вес (кг) / Weight (kg); ИМТ / BMI; ОТ (см) / WC (cm); BFP, %; Безжировая масса (кг) / Fat-free mass (kg); BP (мм рт. ст.); Общий холестерин / Total cholesterol (mmol/L); HDL (ммоль/л) / (mmol/L)	ОТ / WC, p -value = 0,015; Безжировая масса / Fat-free mass, p -value = 0,025; BP систолическое / systolic, p -value = 0,01; Среднее BP / Mean BP, p -value = 0,04

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Эргономическая коррективировка рабочего места / Ergonomic program					
Carr <i>et al.</i> , 2013	Работники с низкой физич. активностью / Staff with low active	12 недель / weeks	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 17, ИГ = 23), РКИ / RCT	Вес (фунты) / Weight (pounds), ИМТ / BMI; ОТ (см) / WC (cm), HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); ЧСС (уд./мин) / HR (beats/min); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); Глюкоза натощак (мг/дл) / Glucose fasting (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); VO ₂ max	ОТ / WC, <i>p</i> -value = 0,03
MacEwen <i>et al.</i> , 2017	Работники с абдоминальным ожирением / Office workers with abdominal obesity	12 недель / weeks	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 12, ИГ = 16), РКИ / RCT	ИМТ / BMI; VO ₂ max (мЛ/кг/мин); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Общий холестерин / Total cholesterol (mmol/L); HDL, LDL (ммоль/л) / (mmol/L); TG (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/L); Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%)	
Graves <i>et al.</i> , 2015	Сотрудники университета / University employees	8 недель / weeks	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 21, ИГ = 25), РКИ / RCT	BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/L); TG (мг/дл) / (mg/dL); Общий холестерин (ммоль/л) / Total cholesterol (mmol/L)	Холестерин / Cholesterol, <i>p</i> -value < 0,05
Эргономическая коррективировка рабочего места и образовательная программа / Ergonomic and educational program					
Beer-Borst <i>et al.</i> , 2019	Сотрудники компаний общественных услуг / Public service employees	12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 13, ИГ = 125), квазиэкспериментальное исследование / quasi-experimental study	ИМТ / BMI; Отношение талии к росту / Waist-to-height ratio; BP-оптимальное / optimal (SBP < 120; DBP < 80 mm HG), %; BP-нормальное / normal (SBP 120–129; DBP 80–84 mm HG), %; BP-выше нормы / high normal (SBP < 120–129; DBP < 80–84), %; BP-гипертензия / hypertension (SBP ≥ 140; DBP ≥ 90 mmHG)	Отношение талии к росту / Waist-to-height ratio, <i>p</i> -value < 0,001; BP-гипертензия / BP hypertension (SBP ≥ 140; DBP ≥ 90 mmHG), % <i>p</i> -value < 0,001
Healy <i>et al.</i> , 2017	Офисные сотрудники / Office workers	3, 12 месяцев / months	КГ без интервенций / KG without intervention (КГ = 95, ИГ = 136), РКИ / RCT	Оценка кардиометаболического риска (баллы) / Cardiometabolic Risk Score; Вес (кг) / Weight (kg); Масса жира, (кг) / Fat mass, (kg); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL); BFP, %; ОТ / WC; TG (мг/дл) / (mg/dL); BP (мм рт. ст.) / (mm Hg); Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/L); Инсулин (мЕд/мл) / Insulin (mU/mL)	Измерения через 12 месяцев / Following 12 months: Оценка кардиометаболического риска (баллы) / Cardiometabolic Risk Score, <i>p</i> -value = 0,046; Глюкоза / Glucose, <i>p</i> -value = 0,028
Программа повышения физической активности и образовательная программа / Physical and educational program					
Rowland <i>et al.</i> , 2018	Сотрудники системы здравоохранения / Health system staff	12 недель / weeks	КГ получила информацию о здоровье (КГ = 17, ИГ = 23) / the KG received health information, РКИ / RCT	VO ₂ max (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹); ЧСС покоя (уд./мин) / Resting HR (beats/min); Глюкоза (мг/дл) / Glucose (mg/dL); Общий холестерин (мг/дл) / Total cholesterol (mg/dL); TG (мг/дл) / (mg/dL); HDL, LDL (мг/дл) / (mg/dL)	HDL, <i>p</i> -value < 0,05
Программа смены рабочего графика / Work schedule change program					
Viitasalo <i>et al.</i> , 2008	Контролеры, механики аэропорта / Inspectors, mechanics of the airport	6 месяцев / months	Сравнение между группами (КГ = 22, ИГ (вперед ротация / forward-rotating shift system) = 40, ИГ (гибкая система / Flexible system) = 22), кросс-секция / Cross-section	Холестерин (ммоль/л) / Cholesterol (mmol/L); HDL, LDL (ммоль/л) / (mmol/L); TG (мг/дл) / (mg/dL); Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/L); Гликированный гемоглобин (HbA1c) / Glycated hemoglobin (HbA1c) (%); Инсулин / Insulin; ОТ / WC; CRP (мг/л) / (mg/L); ИМТ / BMI; WHR	BP систолическое снизилось в ИГ (гибкая система) и повысилось в ИГ (вперед ротация) vs КГ, <i>p</i> -value = 0,049, ЧСС покоя снизилось в ИГ (гибкая система), <i>p</i> -value = 0,06 / BP systolic decreased in ИГ (flexible system) vs КГ and increased in ИГ (forward-rotating shift system), <i>p</i> -value = 0,049, Resting HR decreased in the ИГ (flexible system) vs КГ, <i>p</i> -value = 0,06

* – значимый обратный (негативный) эффект на данный показатель / significant reverse (negative) effect on this indicator; ** – РКИ – рандомизированное контролируемое исследование / RCT – a randomised controlled trial; ИМТ – индекс массы тела (кг/м²) / BMI – body mass index (kg/m²); ² BP – артериальное давление, систолическое и диастолическое / arterial blood pressure, systolic and diastolic; ³ WHR – соотношение талии к бедрам / Waist-hip ratio; ⁴ TG – Триглицериды / Triglycerides; ⁵ HDL – липопротеины высокой плотности / high-density lipoproteins; LDL – липопротеины низкой плотности / low-density lipoproteins; ⁶ BFP – процент жира в организме / body fat percentage; ⁷ ОТ – обхват талии / WC – waist circumference; ⁸ ЧСС – частота сердечных сокращений / HR – heart rate; ⁹ CRP – C-реактивный белок / C-reactive protein.

труда, а не с интервенцией, основанной на физических упражнениях. Этот вывод подтверждает ранее обнаруженный благоприятный эффект аэробных упражнений среди рабочих с высоким уровнем профессиональной физической активности [24].

Для измерения эффективности программ физической активности наиболее часто в исследованиях использовались следующие показатели: кардиореспираторная подготовка, артериальное давление, общий уровень холестерина, липопротеины высокой и низкой плотности, вес, ИМТ, окружность талии. Результаты (табл. 3) позволяют сделать вывод, что программы физической активности практически не имеют долгосрочных эффектов на факторы риска ССЗ, за исключением влияния на ИМТ, окружность талии, общий холестерин и в некоторых случаях — статус курения. При этом программы физической активности позволяют улучшить показатели артериального давления, липопротеинов низкой плотности, общего холестерина, но данные результаты неустойчивы во времени, что особенно наглядно видно на примере показателей артериального давления [17, 29].

Комплексные программы по формированию здорового образа жизни

Комплексные программы, направленные на формирование здорового образа жизни, помимо физической активности содержат в себе мероприятия, помогающие участникам сформировать привычки здорового питания, гигиены сна, позволяют приобрести знания о формировании навыков управления стрессом, а также избавиться от вредных привычек, повышающих риски ССЗ, таких как курение и чрезмерное употребление алкоголя. Такие программы часто включают в себя оказание консультационной поддержки участников на протяжении всей интервенции и стимулируют (соревнования, призы) сотрудников к достижению лучших результатов. Для формирования у работников привычки поддерживать необходимый уровень физической активности в большинстве программ использовались шагомеры [30–35]. Помимо шагомеров для формирования у сотрудников привычки регулярно заниматься спортом использовались беговые дорожки, размещенные в офисе [36], занятия йогой [37], аэробикой [38], упражнения на гибкость [33]. Для формирования привычек, связанных со здоровым образом жизни, в большинстве комплексных программ использовались личные встречи или групповые занятия со специалистами: диетологами, врачами, специалистами по гигиене труда, медсестрами, учеными, проводившими интервенции [31, 33, 34, 36–39]. Результаты приведенного обзора выявили противоречивые результаты профилактического эффекта комплексных программ по формированию здорового образа жизни. При этом можно отметить, что комплексные программы по формированию здорового образа жизни в целом показали значимый эффект на ИМТ, окружность талии, вес испытуемых на краткосрочном этапе наблюдения. В исследованиях, где уделялось особое внимание физической активности, наблюдается положительный эффект на снижение рисков ССЗ, отражающийся в клинических показателях крови [30, 32, 33, 37].

Образовательные программы

Образовательные профилактические программы на рабочем месте предполагают только информационную поддержку участников относительно их

возможностей повлиять на факторы риска ССЗ. Отобранные и представленные образовательные программы включали обучающие занятия, которые проходили в форме групповых или личных встреч. Часть из них предполагала также поддержку участников интервенций по телефону и через интернет [40–43]. Образовательные программы имеют неоднозначный эффект на показатели рисков ССЗ, идентифицирующихся по анализам крови. Часть исследований доказывают снижение риска ССЗ, связанного с лишним весом.

Эргономическая коррективировка рабочего места

Программы эргономической коррективировки рабочего места представляют собой изменения в окружающей среде работника, которые позволяют ему сократить время, проведенное в одной позе, менять положение тела, больше двигаться. Среди представленных эргономических программ в двух мероприятиях на рабочем месте сотрудника устанавливали стол с регулировкой высоты и в одной — портативный велотренажер, подключенный к компьютеру сотрудника, чтобы отслеживать использование тренажера в течение дня и получать уведомления в случае длительных перерывов в использовании тренажера [44–46].

Все три рассмотренных исследования относятся к рандомизированным контролируемым исследованиям, и результаты получены в краткосрочном периоде наблюдения. В краткосрочном периоде у участников, использовавших стол с регулировкой высоты, снизился уровень холестерина, а у участников, использовавших портативный велотренажер, уменьшился обхват талии. Однако на большинство остальных показателей, способствующих повышению риска ССЗ, эргономические мероприятия не оказали статистически значимого эффекта.

Комбинации интервенций

Дополнением к эргономической коррективировке рабочего места или к изменениям, которые вносятся в рабочую среду сотрудника с целью улучшения его здоровья, может выступать образовательная программа. Программа, направленная на снижение потребления соли, оказала влияние на снижение артериального давления и соотношение талии и роста [47]. Результаты эргономической программы по установке столов с регулируемой высотой вместе с занятиями и консультациями сотрудников по формированию здоровых привычек показали снижение уровня глюкозы у участников через год после начала интервенции [48]. Другая комбинированная образовательная в сочетании с физической активностью программа [49] показала только краткосрочный значимый эффект в снижении уровня липопротеинов высокой плотности.

Программа смены рабочего графика показала, что работники чувствуют себя бодрее в течение рабочего дня в режиме вперед идущей ротации смен по сравнению со старой системой. Однако смена рабочего графика неоднозначно повлияла на артериальное давление работников — систематическое артериальное давление снизилось в группе с гибкой системой и повысилось в группе с ротацией смен. На другие факторы риска ССЗ смена графика работы значимого влияния не оказала [50].

Обсуждение и заключение

Сердечно-сосудистые заболевания приводят к социально-экономическим потерям не только на уровне страны, но также связаны с потерями

и издержками для работодателей [7]. Профилактические программы, осуществляемые на рабочих местах, позволяют охватить большое количество людей и стать выгодным вложением денежных средств для владельцев компаний [51]. Кроме того, внедрение профилактических программ на рабочем месте имеет внешний положительный эффект в виде распространения знаний о здоровом образе жизни на не участвующих в интервенции коллег, членов семьи и т. д. [52].

Целью представленного систематического обзора было выявление и систематизация исследований, оценивающих эффективность профилактических мероприятий, организованных на рабочем месте, в отношении риска ССЗ у работников. Критерием отбора профилактических программ была их осуществимость непосредственно на рабочем месте без привлечения лекарственных средств и медицинских процедур, требующих специальных знаний и навыков в области медицины, а также специального медицинского оборудования. В качестве маркеров риска использовались наиболее часто встречающиеся и рекомендованные для оценки риска ССЗ, а также доступные для измерения со стороны работодателя показатели [15].

По результатам проведенного обзора были выделены образовательные программы, программы по повышению физической активности, комплексные программы по формированию здорового образа жизни, программы эргономической коррекции рабочего, программы смены рабочего графика и комбинации вышеперечисленных программ. Можно отметить, что больше всего эмпирических сведений приходится на программы по повышению физической активности, образовательные программы и комплексные программы по формированию здорового образа жизни.

В целом были выявлены противоречивые признаки профилактического эффекта использования комплексной программы по формированию здорового образа жизни (где большая часть воздействия составляет обучение, консультации и обучение физическим упражнениям для самостоятельного выполнения) на все показатели рисков ССЗ. При этом можно отметить, что комплексные программы по формированию здорового образа жизни в целом показали значимый эффект на ИМТ, окружность талии и вес испытуемых в краткосрочном периоде наблюдения. В исследованиях, где физическая активность (групповые или индивидуальные занятия, прогулки по времени) была обязательной, а не рекомендательной частью программы, наблюдается значимый положительный эффект на снижение рисков ССЗ, отражающийся в клинических показателях крови [30, 32, 33, 37]. Образовательные программы оказали значимый, хоть и краткосрочный эффект на снижение процента курящих и имеют противоречивые признаки профилактического эффекта на показатели рисков ССЗ, идентифицирующихся по анализам крови. Так, наблюдается значимый положительный краткосрочный эффект на клинические маркеры сердечно-сосудистых заболеваний в выборках с предположительно высоким уровнем самодисциплины (полицейские, работники школ). Имеются ограниченные доказательства образовательных программ на снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с лишним весом в краткосрочном и долгосрочном периодах.

Программы повышения физической активности позволяют улучшить показатели артериального

давления, липопротеинов высокой плотности, общего холестерина, но положительный эффект неустойчив во времени. Ухудшение показателей может быть связано с тем, что участники прекращают поддерживать приобретенный в ходе интервенции уровень физической активности, и показатели риска ССЗ возвращаются на уровень, который был до интервенции. В большинстве исследований программы физической активности показали значимый эффект снижения веса сотрудников в долгосрочном периоде.

Не было найдено надежных доказательств, подтверждающих отдельное влияние эргономических мероприятий на риски ССЗ. Использование эргономических мероприятий и одновременно обучение сотрудников здоровому образу жизни дают лучший результат. Однако в данном обзоре они представлены только двумя исследованиями и требуют более глубокого изучения для подтверждения их положительного влияния на здоровье сотрудников.

Профилактическая программа, объединяющая в себе спортивные упражнения для работников и образовательную деятельность, положительно повлияла на уровень липопротеинов высокой плотности, что способствует снижению риска ССЗ. Однако значимых изменений других показателей не было обнаружено. Горизонт исследования составил 12 недель, что могло повлиять на полученные результаты.

Смена рабочего графика у контролеров и механиков по техническому обслуживанию в аэропорту не повлияла на основные показатели риска ССЗ, в краткосрочном периоде наблюдалось лишь некоторое снижение артериального давления у работников с гибкой системой ротации смен. Требуется больше исследований для определения результативности изменений рабочего графика на риски ССЗ.

Так как одной из целей систематического обзора было выявление профилактических программ, доступных для осуществления на рабочем месте, в исследование попали работники различных профессиональных групп, что могло повлиять на противоречивость систематизированных результатов. Гетерогенность профессиональных групп и уровня образования может оказывать влияние на то, как работники следуют предписаниям и степень их приверженности профилактическим программам. Одним из направлений дальнейших исследований может быть систематизация профилактики ССЗ с учетом профессиональной группы работников или отдельных видов риска ССЗ. Другое направление — выполнение метаанализа для одной или нескольких видов профилактических программ.

Понимание эффективности профилактических программ в разных группах населения поможет определить работодателям и государству необходимые действия для снижения издержек от ССЗ и принять правильные решения в области охраны здоровья и социальной защиты.

References

1. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, *et al.* GBD-NHLBI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: Update from the GBD 2019 study. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(25):2982–3021. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.010
2. Shanthi M, Pekka P, Norrving B, World Health Organization, World Heart Federation, *et al.* *Global*

- Atlas on Cardiovascular Disease Prevention and Control*. Geneva: WHO; 2011. Accessed March 23, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44701>
3. Boitsov SA, Pogossova NV, Bubnova MG, *et al*. Cardiovascular Prevention 2017. National Guidelines. *Rossiyskiy Kardiologicheskii Zhurnal*. 2018;23(6):7–122. (In Russ.) doi: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122
 4. Vishnevsky AG, Andreev EM, Timonin SA. Mortality from cardiovascular diseases and life expectancy in Russia. *Demograficheskoe Obozrenie*. 2016;3(1):6–34. (In Russ.) doi: 10.17323/demreview.v3i1.1761
 5. Rasmussen B, Sweeny K, Sheehan P. *Economic Costs of Absenteeism, Presenteeism and Early Retirement Due to Ill Health: A Focus on Indonesia*. Report to the US Chamber of Commerce. Melbourne: Victoria Institute of Strategic Economic Studies, Victoria University; 2016. Accessed March 23, 2021. https://www.us-chamber.com/assets/archived/images/documents/files/indonesia_study_.pdf
 6. Kontsevaya AN, Drapkina OM, Balanova YuA, Imaeva AE, Suvorova EI, Khudyakov MB. Economic burden of cardiovascular diseases in the Russian Federation in 2016. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2018;14(2):156–166. (In Russ.) doi: 10.20996/1819-6446-2018-14-2-156-166
 7. Kotseva K, Gerlier L, Sidelnikov E, *et al*. Patient and caregiver productivity loss and indirect costs associated with cardiovascular events in Europe. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26(11):1150–1157. doi: 10.1177/2047487319834770
 8. *Preventing Noncommunicable Diseases in the Workplace through Diet and Physical Activity: WHO/World Economic Forum Report of a Joint Event*. Geneva: WHO; 2008. Accessed March 23, 2021. https://www.who.int/dietphysicalactivity/WHOWEF_report_JAN2008_FINAL.pdf
 9. Yusuf S, Joseph P, Rangarajan S, *et al*. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): A prospective cohort study. *Lancet*. 2020;395(10226):795–808. doi: 10.1016/s0140-6736(19)32008-2
 10. *Action Plan for the Prevention and Control of Non-communicable Diseases in the WHO European Region 2016–2025*. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe; 2016. Accessed March 23, 2021. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/pages/policy/publications/action-plan-for-the-prevention-and-control-of-noncommunicable-diseases-in-the-who-european-region-20162025>
 11. Stewart WF, Ricci JA, Chee E, Morganstein D. Lost productive work time costs from health conditions in the United States: Results from the American Productivity Audit. *J Occup Environ Med*. 2003;45(12):1234–1246. doi: 10.1097/01.jom.0000099999.27348.78
 12. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, *et al*. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009; 62(10):e1–e34. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006
 13. Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: A comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Serv Res*. 2014;14:579. doi: 10.1186/s12913-014-0579-0
 14. *Prevention of Cardiovascular Disease: Guidelines for Assessment and Management of Total Cardiovascular Risk*. Geneva: World Health Organization; 2007. Accessed March 23, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43685>
 15. Conroy RM, Pyörälä K, Fitzgerald AP, *et al*; SCOPE project group. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: The SCORE project. *Eur Heart J*. 2003;24(11):987–1003. doi: 10.1016/s0195-668x(03)00114-3
 16. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, *et al*; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2020 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;141(9):e139–e596. doi: 10.1161/CIR.0000000000000757
 17. Akgöz AD, Gözümlü S. Effectiveness of a nurse-led physical activity intervention to decrease cardiovascular disease risk in middle-aged adults: A pilot randomized controlled study. *J Vasc Nurs*. 2020;38(3):140–148. doi: 10.1016/j.jvn.2020.05.002
 18. Haslam C, Kazi A, Duncan M, Clemes S, Twumasi R. Walking works wonders: A tailored workplace intervention evaluated over 24 months. *Ergonomics*. 2019;62(1):31–41. doi: 10.1080/00140139.2018.1489982
 19. Lennefer T, Lopper E, Wiedemann AU, Hess U, Hoppe A. Improving employees' work-related well-being and physical health through a technology-based physical activity intervention: A randomized intervention-control group study. *J Occup Health Psychol*. 2020;25(2):143–158. doi: 10.1037/ocp0000169
 20. Murphy MH, Murtagh EM, Boreham CA, Hare LG, Nevill AM. The effect of a worksite based walking programme on cardiovascular risk in previously sedentary civil servants [NCT00284479]. *BMC Public Health*. 2006;6:136. doi: 10.1186/1471-2458-6-136
 21. Skogstad M, Lunde LK, Skare O, *et al*. Physical activity initiated by employer and its health effects; an eight week follow-up study. *BMC Public Health*. 2016;16:377. doi: 10.1186/s12889-016-3035-8
 22. Alkhatib A. High prevalence of sedentary risk factors amongst university employees and potential health benefits of campus workplace exercise intervention. *Work*. 2015;52(3):589–595. doi: 10.3233/WOR-152182
 23. Yuan SC, Chou MC, Hwu LJ, Chang YO, Hsu WH, Kuo HW. An intervention program to promote health-related physical fitness in nurses. *J Clin Nurs*. 2009;18(10):1404–1411. doi: 10.1111/j.1365-2702.2008.02699.x
 24. Rasmussen CL, Nielsen L, Henriksen ML, *et al*. Acute effect on ambulatory blood pressure from aerobic exercise: A randomised cross-over study among female cleaners. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(2):331–338. doi: 10.1007/s00421-017-3773-z
 25. Gram B, Holtermann A, Søgaard K, Søgaard G. Effect of individualized worksite exercise training on aerobic capacity and muscle strength among construction workers – a randomized controlled intervention study. *Scand J Work Environ Health*. 2012;38(5):467–475. doi: 10.5271/sjweh.3260
 26. Pedersen MT, Blangsted AK, Andersen LL, Jørgensen MB, Hansen EA, Søgaard G. The effect of worksite physical activity intervention on physical capacity, health, and productivity: A 1-year randomized controlled trial. *J Occup Environ Med*. 2009;51(7):759–770. doi: 10.1097/jom.0b013e3181a8663a
 27. Korshøj M, Krstrup P, Jespersen T, Søgaard K, Skotte JH, Holtermann A. A 24-h assessment of physical activity and cardio-respiratory fitness among female hospital cleaners: A pilot study. *Ergonomics*. 2013;56(6):935–943. doi: 10.1080/00140139.2013.782427
 28. Korshøj M, Lidegaard M, Krstrup P, Jørgensen MB, Søgaard K, Holtermann A. Long term effects on risk factors for cardiovascular disease after 12-months of aerobic exercise intervention—a worksite RCT among cleaners. *PloS One*. 2016;11(8):e0158547. doi: 10.1371/journal.pone.0158547
 29. Korshøj M, Lidegaard M, Skotte JH, *et al*. Does aerobic exercise improve or impair cardiorespiratory fitness and health among cleaners? A cluster randomized controlled trial. *Scand J Work Environ Health*. 2015;41(2):140–152. doi: 10.5271/sjweh.3475
 30. Butler CE, Clark BR, Burlis TL, Castillo JC, Racette SB. Physical activity for campus employees: A University Worksite Wellness Program. *J Phys Act Health*. 2015;12(4):470–476. doi: 10.1123/jpah.2013-0185
 31. Maylor BD, Edwardson CL, Zakrzewski-Fruer JK, Champion RB, Bailey DP. Efficacy of a multicom-

- ponent intervention to reduce workplace sitting time in office workers: A cluster randomized controlled trial. *J Occup Environ Med.* 2018;60(9):787–795. doi: 10.1097/JOM.0000000000001366
32. Racette SB, Deusinger SS, Inman CL, *et al.* Worksite Opportunities for Wellness (WOW): Effects on cardiovascular disease risk factors after 1 year. *Prev Med.* 2009;49(2–3):108–114. doi: 10.1016/j.ypmed.2009.06.022
 33. Remy C, Shubrook JH, Nakazawa M, Drozek D. Employer-funded Complete Health Improvement Program: Preliminary results of biomarker changes. *J Am Osteopath Assoc.* 2017;117(5):293–300. doi: 10.7556/jaoa.2017.054
 34. Shrivastava U, Fatma M, Mohan S, Singh P, Misra A. Randomized control trial for reduction of body weight, body fat patterning, and cardiometabolic risk factors in overweight worksite employees in Delhi, India. *J Diabetes Res.* 2017;2017:7254174. doi: 10.1155/2017/7254174
 35. Thorndike AN, Sonnenberg L, Healey E, Myint-U K, Kvedar JC, Regan S. Prevention of weight gain following a worksite nutrition and exercise program: A randomized controlled trial. *Am J Prev Med.* 2012;43(1):27–33. doi: 10.1016/j.amepre.2012.02.029
 36. Brehm BJ, Gates DM, Singler M, Succop PA, D'Alessio DA. Environmental changes to control obesity: A randomized controlled trial in manufacturing companies. *Am J Health Promot.* 2011;25(5):334–340. doi: 10.4278/ajhp.090128-QUAN-37
 37. Holben DH, Rambo C, Howe C, Murray DH, Shubrook JH. Cardiovascular disease risk factors after an employer-based risk reduction program: An observational cohort study. *J Am Osteopath Assoc.* 2017;117(7):425–432. doi: 10.7556/jaoa.2017.088
 38. Nisbeth O, Klausen K, Andersen LB. Effectiveness of counselling over 1 year on changes in lifestyle and coronary heart disease risk factors. *Patient Educ Couns.* 2000;40(2):121–131. doi: 10.1016/S0738-3991(99)00053-1
 39. Viester L, Verhagen EALM, Bongers PM, van der Beek AJ. Effectiveness of a worksite intervention for male construction workers on dietary and physical activity behaviors, body mass index, and health outcomes: Results of a randomized controlled trial. *Am J Health Promot.* 2018;32(3):795–805. doi: 10.1177/0890117117694450
 40. Bennett JB, Broome KM, Schwab-Pilley A, Gilmore P. A web-based approach to address cardiovascular risks in managers: Results of a randomized trial. *J Occup Environ Med.* 2011;53(8):911–918. doi: 10.1097/JOM.0b013e3182258bd8
 41. Groeneveld IF, Proper KI, van der Beek AJ, van Mechelen W. Sustained body weight reduction by an individual-based lifestyle intervention for workers in the construction industry at risk for cardiovascular disease: Results of a randomized controlled trial. *Prev Med.* 2010;51(3–4):240–246. doi: 10.1016/j.ypmed.2010.07.021
 42. Deitz D, Cook RF, Hersch RK, Leaf S. Heart healthy online: An innovative approach to risk reduction in the workplace. *J Occup Environ Med.* 2014;56(5):547–553. doi: 10.1097/JOM.0000000000000148
 43. Kouwenhoven-Pasmooij TA, Robroek SJW, Kraaijenhagen RA, *et al.* Effectiveness of the blended-care lifestyle intervention “PerfectFit”: A cluster randomised trial in employees at risk for cardiovascular diseases. *BMC Public Health.* 2018;18(1):766. doi: 10.1186/s12889-018-5633-0
 44. Carr LJ, Karvinen K, Peavler M, Smith R, Cangelosi K. Multicomponent intervention to reduce daily sedentary time: A randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2013;3(10):e003261. doi: 10.1136/bmjopen-2013-003261
 45. Graves LEF, Murphy RC, Shepherd SO, Cabot J, Hopkins ND. Evaluation of sit-stand workstations in an office setting: A randomised controlled trial. *BMC Public Health.* 2015;15:1145. doi: 10.1186/s12889-015-2469-8
 46. MacEwen BT, Saunders TJ, MacDonald DJ, Burr JF. Sit-stand desks to reduce workplace sitting time in office workers with abdominal obesity: A randomized controlled trial. *J Phys Act Health.* 2017;14(9):710–715. doi: 10.1123/jpah.2016-0384
 47. Beer-Borst S, Hayoz S, Eisenblätter J, *et al.* RE-AIM evaluation of a one-year trial of a combined educational and environmental workplace intervention to lower salt intake in Switzerland. *Prev Med Rep.* 2019;16:100982. doi: 10.1016/j.pmedr.2019.100982
 48. Healy GN, Winkler EAH, Eakin EG, *et al.* A cluster RCT to reduce workers' sitting time: Impact on cardiometabolic biomarkers. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(10):2032–2039. doi: 10.1249/mss.0000000000001328
 49. Rowland SA, Berg KE, Kupzyk KA, *et al.* Feasibility and effect of a peer modeling workplace physical activity intervention for women. *Workplace Health Saf.* 2018;66(9):428–436. doi: 10.1177/2165079917753690
 50. Viitasalo K, Kuosma E, Laitinen J, Härmä M. Effects of shift rotation and the flexibility of a shift system on daytime alertness and cardiovascular risk factors. *Scand J Work Environ Health.* 2018;34(3):198–205. doi: 10.5271/sjweh.1228
 51. Anderson LM, Quinn TA, Glanz K, *et al.* Task Force on Community Preventive Services. The effectiveness of worksite nutrition and physical activity interventions for controlling employee overweight and obesity: A systematic review. *Am J Prev Med.* 2009;37(4):340–357. doi: 10.1016/j.amepre.2009.07.003
 52. VanWormer JJ, Martinez AM, Benson GA, *et al.* Telephone counseling and home telemonitoring: The weigh by day trial. *Am J Health Behav.* 2009;33(4):445–454. doi: 10.5993/ajhb.33.4.10





Вибрационная болезнь: дозостажевые характеристики и особенности клинической картины при воздействии локальной вибрации и сочетанном воздействии локальной и общей вибрации

Н.П. Чистова, Л.Б. Маснабиева, И.В. Кудяева

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований»,
12а микрорайон, д. 3, г. Ангарск, 665827, Российская Федерация

Резюме

Введение. Вибрационная болезнь (ВБ) возникает при длительном воздействии производственной вибрации выше предельно допустимого уровня (ПДУ) и проявляется поражением периферической сосудистой и нервной систем, нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Цель работы: изучить дозостажевую нагрузку и особенности клинической картины вибрационной болезни у работающих, подвергающихся воздействию локальной вибрации и сочетанному воздействию локальной и общей вибрации.

Материалы и методы. В исследование вошло 136 мужчин. Группу I составили 60 лиц с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации (средний возраст $49,5 \pm 7,4$ года), в группу II включено 76 пациентов с вибрационной болезнью, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации (средний возраст $55,7 \pm 4,8$ года).

Результаты. Обследованные работали во вредных условиях труда классов 3.1–3.4. На большинстве рабочих мест отмечено превышение предельно допустимого уровня вибрации. Уровни локальной вибрации в группах не различались и составили 115,0 и 118,0 дБ, уровень общей вибрации в группе II – 116,0 дБ. Стаж работы и возраст на момент установления профессионального заболевания у людей, контактировавших только с локальной вибрацией, имели меньшие значения, чем у лиц, подвергавшихся сочетанному воздействию локальной и общей вибрации. В группе лиц, контактирующих с локальной вибрацией, в 2 раза чаще выявлялся ангиодистонический синдром, среди пациентов с вибрационной болезнью, обусловленной сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, была выше доля лиц с сопутствующей патологией (люмбагия, перiarthроз).

Заключение. Полученные результаты указывают на необходимость снижения вибрационной нагрузки и проведения лечебных и профилактических мероприятий для сохранения здоровья и трудоспособности работающих.

Ключевые слова: вибрационная болезнь, стаж, стажевая нагрузка, локальная вибрация, общая вибрация.

Для цитирования: Чистова Н.П., Маснабиева Л.Б., Кудяева И.В. Вибрационная болезнь: дозостажевые характеристики и особенности клинической картины при воздействии локальной вибрации и сочетанном воздействии локальной и общей вибрации // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 30–35. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-30-35>

Сведения об авторах:

✉ **Чистова** Надежда Павловна – аспирант, лаборант-исследователь лаборатории иммуно-биохимических и молекулярно-генетических исследований; e-mail: chist1nad2pavl3@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1206-6379>.

Маснабиева Людмила Борисовна – д.б.н., старший научный сотрудник лаборатории иммуно-биохимических и молекулярно-генетических исследований; e-mail: masnavieva_luda@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1400-6345>.

Кудяева Ирина Валерьевна – д.м.н., доцент, заместитель директора по научной работе, заведующая лабораторией клинко-диагностических исследований; e-mail: kudaeva_irina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5608-0818>.

Информация о вкладе авторов: Чистова Н.П. – обзор литературы, редакционная обработка статьи; Маснабиева Л.Б. – постановка цели и задач публикации; Кудяева И.В. – научное консультирование.

Финансирование: исследование выполнено в рамках средств, выделяемых для выполнения государственного задания ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 26.07.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликована: 15.12.21

Vibration Disease: Exposure Level and Duration-Dependent Characteristics and Features of the Clinical Picture Following Local and Combined Local and Whole Body Vibration

Nadezhda P. Chistova, Liudmila B. Masnavieva, Irina V. Kudaeva

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research,
3 12a Mikrorayon, Angarsk, Irkutsk Region, 665827, Russian Federation

Summary

Introduction: Vibration disease is induced by a long-term occupational exposure to vibration above the maximum permissible level and is manifested by damage to the peripheral vascular and nervous systems and disorders of the musculoskeletal system.

Objective: To study the exposure level and duration dependency and features of the clinical picture of vibration disease in workers exposed to local and combined local and whole body vibration.

Materials and methods: The study included 136 male workers. Cohort I consisted of 60 patients (mean age: 49.5 ± 7.4 years) with vibration disease related to the local vibration exposure; cohort II included 76 patients (mean age: 55.7 ± 4.8 years) with vibration disease induced by the combined exposure to hand-arm and whole body vibration.

Results: The examined subjects worked in harmful working conditions of classes 3.1–3.4. Measured vibration exceeded maximum permissible values at most workplaces. Levels of local vibration did not differ significantly between the cohorts and amounted to 115.0 and 118.0 dB; the level of whole body vibration in cohort II was 116.0 dB. Shorter work experience and younger age at the time of diagnosing the occupational disease were registered in people exposed to local vibration only compared to those with a combined exposure. The angiodystonic syndrome was twice as frequent in cohort I, while cohort II had a larger proportion of patients with concomitant diseases (low back pain, periarthrosis, etc.).

Conclusion: Our findings indicate the necessity to reduce occupational exposures to vibration and take appropriate therapeutic and preventive measures in order to maintain health and work ability of employees.

Keywords: vibration disease, work experience, level and duration of exposure, local vibration, whole body vibration.

For citation: Chistova NP, Masnavieva LB, Kudaeva IV. Vibration disease: Exposure level and duration-dependent characteristics and features of the clinical picture following local and combined local and whole body vibration. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):30–35. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-30-35>

Author information:

✉ Nadezhda P. Chistova, graduate student, laboratory assistant, Laboratory of Immunological, Biochemical, Molecular and Genetic Researches, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research; e-mail: chist1nad2pavl3@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1206-6379>.

Liudmila B. Masnavieva, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Immunological, Biochemical, Molecular and Genetic Researches, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research; e-mail: masnavieva_luda@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1400-6345>.
Irina V. Kudaeva, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor; Deputy Director for Research, Head of the Clinical and Diagnostic Research Laboratory, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research; e-mail: masnavieva_luda@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5608-0818>.

Author contributions: Chistova N.P. did a literature review and revised the manuscript; Masnavieva L.B. set the goal and objectives of the manuscript; Kudaeva I.V. provided consulting support; all authors contributed to the discussion and approved the final version of the manuscript.

Funding: The study was carried out within implementation of the state assignment of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: July 26, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. В структуре профессиональной патологии от воздействия физических факторов за последние 5–10 лет вибрационная болезнь (ВБ) (код по МКБ-10 T75.2) неизменно занимает второе место¹. Вибрационная болезнь возникает при длительном воздействии производственной вибрации выше предельного допустимого уровня и представляет собой хроническое профессиональное заболевание, проявляющееся в виде поражения периферической сосудистой и нервной систем, опорно-двигательного аппарата [1]².

В клинической картине ВБ от воздействия локальной вибрации выделяют периферический ангиодистонический синдром, в том числе с ангиоспазмами пальцев рук, синдром сенсорной либо вегетативно-сенсорной полиневропатии верхних конечностей, который может сопровождаться миодистрофическими нарушениями, компрессионными туннельными невропатиями, деформирующим остеоартрозом преимущественно локтевых суставов [2, 3]. Клиническая симптоматика у пациентов с ВБ от воздействия общей вибрации включает ангиодистонический синдром (церебральный или периферический), сенсорную (вегетативно-сенсорную) полиневропатию нижних конечностей в сочетании с полирадикулоневропатиями [3]. При сочетании воздействия локальной и общей вибрации страдают сосуды и нервы как верхних, так и нижних конечностей, центральная нервная система, шейный, грудной и поясничный отделы позвоночника, суставы [4]. Причем выраженность клинической симптоматики нарастает с увеличением времени и силы экспозиции, а также при неэффективных и малоэффективных профилактических мероприятиях [5, 6].

По данным Министерства здравоохранения РФ в 47 % случаев условия труда признаются вредными и опасными, а экономические потери на лечение и социальные выплаты лицам с профессиональными заболеваниями оцениваются более чем в 200 млрд рублей [7]. В связи с этим необходима гигиеническая оценка условий труда для представителей вредных и опасных профессий. Оценка санитарно-гигиенических условий на рабочих местах позволяет прогнозировать риск развития профессиональных заболеваний и разрабатывать управленческие решения, направленные на сохранение здоровья работающих.

Цель исследования — изучить дозостажевую нагрузку и особенности клинической картины вибрационной болезни у работающих, подвергающихся воздействию локальной вибрации и сочетанному воздействию локальной и общей вибрации.

Материалы и методы. В исследование включено 136 человек с установленным клинико-экспертной комиссией диагнозом ВБ, проходивших обследование в ФГБНУ ВСИМЭИ в период 2018–2020 гг. В зависимости от вида воздействующей вибрации было сформировано 2 группы: в группу I вошли 60 лиц с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации (средний возраст $49,5 \pm 7,4$ года); группу II составили 76 пациентов с ВБ, связанной с сочетанным воздействием локальной и общей вибрации (средний возраст $55,7 \pm 4,8$ года).

Критериями включения в исследование являлись: мужской пол, возраст от 40 до 60 лет, наличие вибрационной болезни, вызванной воздействием локальной вибрации или сочетанным воздействием локальной и общей вибрации 1, 1–2, 2-й степени, подписанного информированного согласия.

При изучении условий труда обследованных рабочих использованы данные санитарно-гигиенических характеристик, составленных Управлением Роспотребнадзора по Иркутской области и его территориальными отделами. Профессиональная заболеваемость ретроспективно изучалась по историям болезни пациентов. В работе анализировались следующие показатели: класс условий труда, возраст больного на момент установления профессионального заболевания, степень тяжести ВБ, уровни локальной и общей вибрации на производстве, стаж до установления диагноза ВБ, уровень стажевой дозы вибрации.

Расчет величины стажевой дозы вибрации проводился с учетом эквивалентного уровня виброскорости за смену и стажа работы с виброинструментом [8].

$$L = L_{экв} + 10 \times \lg(T/T_0),$$

где L — уровень стажевой дозы вибрации, дБ; $L_{экв}$ — эквивалентный уровень виброскорости за смену, дБ; $\lg$ — десятичный логарифм; T — стаж работы с виброинструментом, лет; T_0 — год.

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с помощью программ Statistica 10 и Microsoft Office Excel. Для оценки соответствия количественных признаков нормальному распределению использовался критерий Шапиро — Уилка. Установлено, что распределение большинства признаков не соответствовало нормальному, в связи с этим для описания количественных признаков применялись медиана и интерквартильный диапазон (25–75-й процентиля) (Me (LQ; UQ)). При сравнении количественных показателей применялся критерий Манна — Уитни. Статистически значимыми различия признавались при $p < 0,05$.

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. 299 с.

² Национальное руководство по профпатологии / Под ред. Н.Ф. Измерова. М.: ГЭОТАР — Медиа, 2011. 784 с.

Результаты. В ходе априорной оценки условий труда по «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006–05 были получены данные о профессиональном риске работающих³. Все лица, вошедшие в исследование, выполняли свою работу во вредных условиях труда. Рабочие места людей, экспонированных локальной вибрацией, относились к классу условий труда 3.1 в 6,6 % случаев, классам условий труда 3.2 и 3.3 – в 36,6 и 46,6 % случаев соответственно, классу 3.4 – в 8,3 % случаев. Для одного человека (проходчик) класс условий труда был установлен как опасный – 4.0. Места работы лиц, подвергавшихся сочетанному воздействию локальной и общей вибрации, принимались как условия труда класса 3.1 в 6,5 % случаев, 3.2 и 3.3 – в 34,2 и 52,6 % случаев соответственно, 3.4 – в 6,6 % случаев.

На большинстве рабочих мест лиц с диагнозом ВБ отмечено превышение ПДУ локальной и общей вибрации. Превышение предельно допустимых значений виброскорости (ПДУ = 112 дБ) производственной локальной вибрации наблюдалось на рабочих местах в группе I – в 100 % случаев, в группе II – в 90,7 % случаев⁴.

Уровни локальной вибрации в группах не различались и составили 115,0 и 118,0 дБ (табл. 1). Для оценки экспозиции вибрации были рассчитаны индивидуальные и предельные стажевые дозы (ПСД). Для расчета ПСД использовались предельно допустимый скорректированный уровень виброскорости, продолжительность воздействия вибрации на работника за смену – 8 часов, величина трудового стажа – 40 лет [5]. При оценке уровней стажевой дозы локальной вибрации в группах I и II не было выявлено статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,136$). При этом ее среднegrupповые значения были равны или превышали рассчитанную ПСД локальной вибрации, которая составляет 128 дБ.

Средние уровни общей вибрации в группе II составляли 116,0 дБ. Значения выше ПДУ общей вибрации категории 1 транспортной (116 дБ) отмечались для условий труда 58 % рабочих мест с сочетанным характером воздействия вибрации, категории 2 транспортно-технологической (101 дБ) – для 84,2 %⁴. Стажевая доза общей вибрации в группе II составляла 130,1 дБ. Рассчитанная ПСД для общей вибрации категории 1 транспортной и категории 2 транспортно-технологической – 132 и 117 дБ соответственно.

Оценка показателей продолжительности работы во вредных условиях до установления диагноза ВБ выявила, что стаж в группе I был статистически значимо меньше, чем в группе II: 17,7 (14,8–21,5) и 22,1 (18,0–27,7) года соответственно, $p = 0,01$. Установление диагноза профессионального заболевания в группе I происходило не только при меньшем стаже, но и в более раннем возрасте – 45,5 (40,5–50,0) года, чем в группе II, – 51,0 (46,0–54,0) года, $p = 0,0001$.

Классификация клинической симптоматики ВБ основана на синдромном принципе с выделением начальных (1-я степень) и умеренно выраженных проявлений (2-я степень). Нами установлено, что в группе I у 28,0 % обследованных лиц были отмечены симптомы, характерные для ВБ 1-й степени тяжести, у 37 % – 1–2-й степени тяжести, 2-я степень ВБ зарегистрирована у 35 % людей (табл. 2). Для 39 % пациентов с ВБ из II группы характерны признаки 1-й степени тяжести ВБ, ВБ 1–2-й степени зарегистрирована у 41 %, 2-й степени тяжести – у 20 % больных.

Далее проведен анализ клинических проявлений ВБ у обследованных. Было установлено, что у всех пациентов, подвергавшихся воздействию локальной вибрации, имелась вегетативно-сенсорная полиневропатия верхних конечностей. Ее умеренно выраженная форма встречалась в 4 раза чаще, чем нерезко выраженная (80 и 20 % соответственно). Около половины лиц из группы I страдали ангиодистоническим синдромом (табл. 3). ВБ, обусловленная воздействием локальной вибрации, в 18,3 % случаев проявлялась нарушением опорно-двигательного аппарата – остеоартрозом локтевых суставов.

Наиболее частыми сопутствующими заболеваниями у пациентов с ВБ были цервикобрахиалгия (51,7 %) и люмбалгия (16,6 %). Следует отметить, что все пациенты с люмбалгией страдали цервикобрахиалгией. Более чем у половины обследованных лиц из группы I было выявлено второе профессиональное заболевание – нейросенсорная тугоухость. Она была зарегистрирована у 66,6 % обследованных, еще 10 % лиц имели начальные признаки воздействия шума.

При анализе историй болезни лиц, подвергавшихся сочетанному воздействию локальной и общей вибрации, было установлено, что для них характерна вегетативно-сенсорная полиневропатия как верхних, так и нижних конечностей. Встречаемость умеренно и нерезко выраженной полиневропатии была сопоставима с таковой в

Таблица 1. Стаже-возрастные характеристики пациентов с вибрационной болезнью

Table 1. Work experience and age characteristics of patients with vibration disease

Показатель / Indicator	Характер вибрации / Vibration type	Группа I / Group Cohort I	Группа II / Group Cohort II	p
Стаж, лет / Experience, years		17,73 (14,75–21,50)	22,12 (17,98–27,70)	0,001
Уровни вибрации, дБ / Vibration levels, dB	Локальная / Local	115,0 (114,0–127,5)	118,0 (114,5–125,5)	0,367
Стажевая доза, дБ / Experience-dependent exposure, dB		128,0 (126,5–140,6)	132,0 (128,6–139,2)	0,136
Уровни вибрации, дБ / Vibration levels, dB	Общая / Whole body	–	116,0 (112,0–122,0)	–
Стажевая доза, дБ / Experience-dependent exposure, dB		–	130,1 (125,4–135,4)	–

Примечание: p – уровень статистической значимости различий.

Note: p is the level of statistical difference.

³ Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

⁴ СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Таблица 2. Распределение работников в группах в зависимости от тяжести вибрационной болезни, % [ДИ]

Table 2. Distribution of employees within cohorts by severity of vibration disease, % [CI]

Степень тяжести вибрационной болезни / Severity of vibration disease	Группа I / Cohort I	Группа II / Cohort II	<i>p</i>
1-я степень / Degree 1	28,0 [16,6–39,4]	39,0 [28,0–50,0]	0,301
1–2-я степень / Degrees 1–2	37,0 [24,8–49,2]	41,0 [29,9–52,1]	0,427
2-я степень / Degree 2	35,0 [22,9–47,1]	20,0 [11,0–29,0]	0,226

Примечание: *p* – уровень статистической значимости различий.

Note: *p* is the level of statistical difference.

Таблица 3. Распространенность клинических синдромов вибрационной болезни и сопутствующих заболеваний у работников виброопасных профессий, % [ДИ]

Table 3. The prevalence of clinical syndromes of vibration disease and concomitant diseases in workers exposed to occupational vibration, % [CI]

Синдромы / Syndromes	Группа I / Cohort I	Группа II / Cohort II	<i>p</i>
Синдромы вибрационной болезни / Vibration disease syndromes:			
Вегетативно-сенсорная полиневропатия / Vegetative-sensory polyneuropathy	100	100	1,000
Ангиодистонический синдром / Angiodystonic syndrome	55,0 [42,4–67,6]	28,9 [18,8–39,2]	0,002
Остеоартроз локтевых суставов / Osteoarthritis of the elbow	18,3 [8,5–28,1]	11,8 [4,6–19,1]	0,326
Сопутствующие заболевания / Concomitant diseases:			
Цервикобрахиалгия / Cervicobrachial syndrome	51,7 [39,4–64,6]	61,8 [51,1–72,9]	0,241
Люмбалгия / Lumbalgia	16,6 [7,5–26,5]	50,0 [38,8–61,2]	0,001
Периартроз плечелопаточного сустава / Periarthrosis of the shoulder	0,0 [0,0–0,0]	10,5 [3,6–17,4]	0,001

Примечание: *p* – уровень статистической значимости различий.

Note: *p* is the level of statistical significance of the differences.

группе I и составила 72,4 и 27,6 % соответственно, $p = 0,281$. При этом распространенность ангиодистонического синдрома в группе II была в 1,9 раза ниже, чем в группе I, $p = 0,002$. Остеоартроз локтевых суставов у лиц с ВБ от воздействия локальной и общей вибрации встречался в 11,8 % случаев.

Более 60 % пациентов с ВБ от сочетанного воздействия локальной и общей вибрации имели цервикобрахиалгию. Люмбалгия была характерна для каждого второго мужчины, что чаще, чем в группе I ($p < 0,01$). Наличие одновременно люмбалгии и цервикобрахиалгии наблюдалось у 38,2 % лиц группы II, в то время как у пациентов с ВБ от воздействия локальной вибрации этот показатель был в 2,3 раза ниже ($p = 0,006$). Среди нарушений опорно-двигательного аппарата регистрировался периартроз. Следует отметить, что в группе II у каждого десятого пациента наблюдался периартроз плечелопаточного сустава, у каждого пятнадцатого (6,6 %) — дорсопатия, в то время как в группе I этих патологий выявлено не было ($p = 0,001$ и $p = 0,043$ соответственно). Доля лиц, имеющих в качестве второго профессионального заболевания нейросенсорную тугоухость, составила 75 %, начальные признаки воздействия шума отмечались у 6,6 %.

Обсуждение результатов. Большая часть обследуемых до установления диагноза профессионального заболевания работала в условиях, способных вызывать стойкие функциональные изменения в организме (вредные условия труда 3.2) или приводить к развитию профессиональных заболеваний легкой, средней степени тяжести (вредные условия труда 3.3). Менее чем у 10 % пациентов производственные факторы могли вызывать ВБ тяжелой степени (вредные условия труда 3.4) и даже создавать угрозу для жизни (экстремальные условия труда 4.0).

ПДУ — это уровни вибрации, которые при воздействии на человека при ежедневной работе на протяжении 8 часов в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или от-

клонений в состоянии здоровья. При воздействии на организм вибрации, превышающей ПДУ, происходит увеличение риска развития вибрационных нарушений [9]. Все лица, включенные в наше исследование, работали на местах с уровнями вибрации выше ПДУ. При этом около 10 % обследованных из группы II работали в соответствующих по локальной вибрации гигиеническим нормативам условиях, но имели превышение ПДУ по общей вибрации.

Полученные нами данные о стаже и возрасте обследуемых, когда у них была диагностирована ВБ, сопоставимы по стаже-возрастным показателям, полученным в работах А.Г. Чеботарева и С.Н. Зариповой. Ими установлено, что у лиц виброопасных профессий профессиональное заболевание развивалось в возрасте от 45 до 58 лет при стаже работы 17–25 лет [10]. Поскольку действие вибрации на организм способствует изменениям в центральной, периферической нервной и сердечно-сосудистой системах [11, 12], можно предположить, что возникновению профессионального заболевания способствует появление возрастных изменений, манифестаций хронических сердечно-сосудистых и эндокринных заболеваний, характерных для этого возрастного периода [13, 14]. Таким образом, возрастные изменения в организме обследованных могут вносить вклад в развитие ВБ.

Необходимо отметить, средние уровни и стажевые дозы локальной вибрации в изучаемых выборках превышали ПДУ, но были сопоставимы в группах I и II (115 и 118 дБ, 128 и 132 дБ соответственно). При этом у лиц из группы I вибрационная болезнь формировалась в среднем на 4 года раньше, чем в группе II. Возможно, это обусловлено характером их работы (63 % пациентов — это сборщики-клепальщики, 25 % — обрубщики литья, проходчики, вальщики леса, горнорабочие, слесари-сборщики), при выполнении которой отмечаются высокие статико-динамические нагрузки по удержанию виброинструмента и прилагаемые физические усилия, а также вынужденная рабочая

поза. Так, по данным исследований, направленных на оценку условий труда сборщиков-клепальщиков, наличие не только вредности, но и тяжести, а также напряженности трудового процесса лиц этой профессии позволяет отнести их труд к 4-му классу (опасные условия труда) [5].

Высокие показатели выявления начальных стадий ВБ (I и I–II степень) у пациентов обеих групп (65 и 80 %, соответственно), с одной стороны, свидетельствуют о своевременности постановки диагноза и эффективности периодических медицинских осмотров, с другой — указывают на необходимость проведения лечебно-профилактических мероприятий и прекращения контакта работника с вибрацией, так как продолжение работы лиц с ВБ в условиях воздействия локальной вибрации на протяжении нескольких лет приводит к значительному ухудшению их здоровья: уменьшению доли лиц с I степенью профессионального заболевания с 48 до 4 % и увеличению со II степенью — с 52 до 96 % [5].

Около двух третей обследованных страдали нейросенсорной тугоухостью. Данные литературы подтверждают высокую частоту коморбидной патологии, обусловленной шумом и тяжелыми физическими нагрузками у лиц с ВБ [15, 16].

При анализе данных клинических проявлений ВБ от воздействия локальной вибрации или сочетанного воздействия локальной и общей вибрации обращает на себя внимание ряд различий в распространенности тех или иных синдромов. Так, периферический ангиодистонический синдром сопровождал вегетативно-сенсорную полиневропатию от локального воздействия вибрации в I группе в 2 раза чаще. Это согласуется с исследованиями, указывающими, что одними из начальных клинических проявлений, возникающих в ответ на воздействие локальной вибрации, считаются компоненты синдрома воздействия вибрации на кисти рук (Hand Arm Vibration Syndrome — HAVS) — повышенная чувствительность к холоду, боль в пальцах и онемение [17–20], обусловленные нарушением механизмов регуляции мотонейронов, вазоконстрикцией и изменением структуры мелких сосудов в результате передачи вибрации с рукоятки виброинструмента и статодинамических нагрузок на мышцы рук работающего [21, 22].

Как в I, так и во II группе ВБ сопровождалась вертеброгенными неврологическими нарушениями (цервикобрахиалгия, люмбалгия) и патологией суставов: остеоартроз локтевых суставов, плечелопаточный периартроз [23]. Однако у лиц, подвергавшихся сочетанному воздействию локальной и общей вибрации, чаще, чем в группе I, наблюдались люмбалгия, дорсопатии и периартроз плечевых суставов [2]. Высокая частота совместной цервикобрахиалгии и люмбалгии у пациентов II группы может указывать на патологическое влияние вибрации на нервно-мышечный аппарат позвоночника.

Заключение. В результате оценки профессионального риска было установлено, что обследованные пациенты работали во вредных условиях труда классов 3.1–3.4, способствующих формированию профессиональных заболеваний. При этом на рабочих местах лиц группы I уровни локальной вибрации превышали предельно допустимые значения в 100 % случаев. В группе II уровни общей вибрации транспортной категории I превышали нормативные в 58 % случаев, значения общей вибрации транспортно-технологической катего-

рии 2 — в 84,2 % случаев. Было установлено, что при сопоставимых уровнях и дозах локальной вибрации стаж работы и возраст на момент установления ВБ у людей, контактирующих только с локальной вибрацией, были меньше, чем у лиц, подвергавшихся сочетанному воздействию локальной и общей вибрации.

Около 70 % обследованных имели второе профессиональное заболевание — нейросенсорную тугоухость. При анализе клинических проявлений вибрационной болезни было показано, что в обеих группах пациентов на момент установления профессионального заболевания преобладала ВБ 1-й, 1–2-й степени, ВБ 2-й степени тяжести встречалась реже. Клиническая симптоматика обследованных характеризовалась нерезко либо умеренно выраженной вегетативно-сенсорной полиневропатией, которая часто сопровождалась сопутствующими заболеваниями периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата. В группе лиц, контактирующих с локальной вибрацией, в 2 раза чаще выявлялся ангиодистонический синдром, а среди пациентов с ВБ, обусловленной сочетанным воздействием локальной и общей вибрации, была выше доля лиц с люмбалгией и периартрозом.

Полученные результаты указывают на необходимость снижения вибрационной нагрузки за счет модернизации процессов и оборудования, усовершенствования средств индивидуальной защиты и др., а также проведения лечебных и профилактических мероприятий для сохранения здоровья и трудоспособности работающих.

Список литературы

1. Hong L, Fast W. Inhibition of human dimethylarginine dimethylaminohydrolase-1 by S-nitroso-L-homocysteine and hydrogen peroxide. Analysis, quantification, and implications for hyperhomocysteinemia. *J Biol Chem.* 2007;282(48):34684–34692. doi: 10.1074/jbc.M707231200
2. Лахман О.Л., Колесов В.Г., Панков В.А., Рукавишников В.С., Шаяхметов С.Ф., Дьякович М.П. Вибрационная болезнь от воздействия локальной вибрации у горнорабочих в условиях Сибири и Крайнего Севера. Иркутск: Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии Сибирского отделения РАМН, 2008. 208 с.
3. Бабанов С.А., Воробьева Е.В. Особенности диагностики и течения вибрационной болезни в условиях современного производства // Трудный пациент. 2010. № 5. С. 28–30.
4. Лагутина Г.Н., Рудакова И.Е., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф. Профессиональная нейроортопедическая патология при воздействии вибрации и физических нагрузок // Бюллетень Восточно-Сибирского Научного Центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2006. № 3 (49). С. 87–89.
5. Кулешова М.В., Панков В.А., Дьякович М.П. и др. Вибрационная болезнь у работников авиастроительного предприятия: факторы формирования, клинические проявления, социально-психологические особенности // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 10. С. 915–920. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-10-915-920
6. Панков В.А., Рукавишников В.С., Дьякович М.П., Кулешова М.В. Анализ изменений в функциональных системах организма работников в зависимости от дозы воздействия локальной вибрации // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2017. № 11. С. 217–223.
7. Хрупачев А.Г., Хадарцев А.А., Седова О.А., Кашинцева Л.В. Количественная оценка вредного воздействия производственного шума и вибрации на здоровье человека // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. Т. 9. № 28 (217). С. 44–52.
8. Денисов Э.И., Овакимов В.Г. Гигиеническая оценка производственных шумов и вибраций по экспозиции и дозе // Гигиена труда и профессиональные заболевания. 1985. № 2. С. 19–22.
9. Кисленко А.К., Веретенников П.Д., Архилаев М.А. Влияние виброакустических факторов трудового процесса на организм работника // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2007. № 7 (33). С. 54–58.

Original article

10. Чеботарёв А.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. 2018. № 1 (137). С. 92–95. doi: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-92-95
11. Любченко П.Н., Горенков Р.В., Казанчян П.О. и др. Сосудистые нарушения и их клинические проявления при воздействии физических факторов // Альманах клинической медицины. 1998. № 1. С. 163–171.
12. Картапольцева Н.В. Общие закономерности поражения центральной и периферической нервной системы при действии физических факторов (локальной вибрации и шума) на организм работающих // Бюллетень Восточно-Сибирского Научного Центра Сибирского Отделения Российской Академии Медицинских Наук. 2012. № 2-1 (84). С. 40–44.
13. Юрьев Ю.Ю., Типисова Е.В. Возрастные аспекты эндокринного статуса у мужчин постоянных и приезжих жителей города Архангельска // Экология человека. 2009. № 7. С. 15–19.
14. Драпкина О.М., Манджиева Б.А. Сосудистый возраст. Механизмы старения сосудистой стенки. Методы оценки сосудистого возраста // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. Т. 13. № 5. С. 72–79.
15. Шпагина Л.Н., Захаренков В.В. Профессиональная патология у рабочих промышленных предприятий // Acta Biomedica Scientifica. 2010. № 4. С. 158–160.
16. Ямщикова А.В., Флейшман А.Н., Гидаятова М.О. Коморбидные состояния у больных вибрационной болезнью // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 7. С. 718–722.
17. Азовскова Т.А., Вакурова Н.В., Лаврентьева Н.Е. О современных аспектах диагностики и классификации вибрационной болезни // Русский медицинский журнал. 2014. Т. 22. № 16. С. 1206–1209.
18. Tekavec E, Löfqvist L, Larsson A, et al. Adverse health manifestations in the hands of vibration exposed carpenters – a cross sectional study. *J Occup Med Toxicol*. 2021;16(1):16. doi: 10.1186/s12995-021-00305-3
19. Ali K, Sharma G, Raza N, Mufti A. Potential risk of developing peripheral neuropathy in heavy motor driving: A cross-sectional study. *J Clin Diagnostic Res*. 2020;14(11):CC15–CC20. doi: 10.7860/JCDR/2020/46386.14276
20. Qamruddin AA, Husain NRN, Sidec MY, Hanafi MH, Ripin ZM, Ali N. Prevalence of hand-arm vibration syndrome among tyre shop workers in Kelantan, Malaysia. *J Occup Health*. 2019;61(6):498–507. doi: 10.1002/1348-9585.12078
21. Ямщикова А.В., Флейшман А.Н., Шумейко Н.И., Гидаятова Н.О. Оценка микроциркуляторных и метаболических нарушений у больных вибрационной болезнью // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2017. Т. 149. № 2. С. 27–30.
22. Бабанов С.А., Татаровская Н.А. Вибрационная болезнь в практике врача терапевта и невролога // Врач. 2013. № 9. С. 9–15.
23. Котиринич И.А. Клинические особенности вибрационной патологии от воздействия общей низкочастотной вибрации и статодинамической перегрузки при управлении самодвижущейся техникой // Бюллетень Восточно-Сибирского Научного Центра Сибирского Отделения Российской Академии Медицинских Наук. 2006. № 3 (49). С. 96–98.
5. Kuleshova MV, Pankov VA, Dyakovich MP, et al. The vibration disease in workers of the aircraft enterprise: factors of the formation, clinical manifestations, social-psychological features (dynamic following-up). *Gigiena i Sanitariya*. 2018;97(10):915–920. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-10-915-920
6. Pankov VA, Rukavishnikov VS, Diakovich MP, Kuleshova MV. Analysis of changes in the functional systems of the organism of workers depending on the exposure dose of local vibration. *Vestnik Angarskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2017;(11):217–223. (In Russ.)
7. Khrupachev AG, Khadartsev AA, Sedova OA, Kashintseva LV. [Quantitative assessment of adverse health effects of industrial noise and vibration.] *Natsional'nye Interesy: Priority i Bezopasnost'*. 2013;9(28(217)):44–52. (In Russ.)
8. Denisov EI, Ovakinov VG. [Hygienic assessment of industrial noise and vibrations by exposure and dose.] *Gigiena Truda i Professional'nye Zabolevaniya*. 1985;(2):19–22. (In Russ.)
9. Kislenco AK, Veretennikov PD, Arkhilayev MA. Influence of vibro-acoustic factors of production process on an employee's organism. *Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2007;(7(33)):54–58. (In Russ.)
10. Chebotarev AG. Working environment and occupational morbidity of mine personnel. *Gornaya Promyshlennost'*. 2018;(1(137)):92–95. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-92-95
11. Lyubchenko PN, Gorenkov RV, Kazanchyan PO, et al. [Vascular disorders and their clinical manifestations under the influence of physical factors.] *Al'manakh Klinicheskoy Meditsiny*. 1998;(1):163–171. (In Russ.)
12. Kartapoltseva NV. Common regularities in disorders of central and peripheral nervous system at the influence of physical factors (local vibration and noise) on employees' organisms. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo Nauchnogo Tsentra Sibirskogo Otdeleniya Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2012;(2-1(84)):40–44. (In Russ.)
13. Yurjev YuYu, Tipisova EV. Age aspects of endocrine status in men permanent and newly arrived residents of city of Arkhangelsk. *Ekologiya Cheloveka* [Human Ecology]. 2009;(7):15–19. (In Russ.)
14. Drapkina OM, Mandzhieva BA. A vessel age. Mechanisms of vessel wall ageing. Methods of assessment. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika*. 2014;13(5):72–79. (In Russ.) doi: 10.15829/1728-8800-2014-5-74-82
15. Shpagina LN, Zakharenkov VV. Occupational pathology in workers of industrial enterprises. *Acta Biomedica Scientifica*. 2010;(4(74)):158–160. (In Russ.)
16. Yamshchikova AV, Fleishman AN, Gidayatova MO. Co-morbid conditions in the vibration disease patients. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(7):718–722. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-7-718-722
17. Aзовскова TA, Vakurova NV, Lavrent'eva NE. [On modern aspects of diagnosis and classification of the vibration disease.] *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2014;22(16):1206–1209. (In Russ.)
18. Tekavec E, Löfqvist L, Larsson A, et al. Adverse health manifestations in the hands of vibration exposed carpenters – a cross sectional study. *J Occup Med Toxicol*. 2021;16(1):16. doi: 10.1186/s12995-021-00305-3
19. Ali K, Sharma G, Raza N, Mufti A. Potential risk of developing peripheral neuropathy in heavy motor driving: A cross-sectional study. *J Clin Diagnostic Res*. 2020;14(11):CC15–CC20. doi: 10.7860/JCDR/2020/46386.14276
20. Qamruddin AA, Husain NRN, Sidec MY, Hanafi MH, Ripin ZM, Ali N. Prevalence of hand-arm vibration syndrome among tyre shop workers in Kelantan, Malaysia. *J Occup Health*. 2019;61(6):498–507. doi: 10.1002/1348-9585.12078
21. Yamshchikova AV, Fleishman AN, Shumeiko NI, Gidayatova MO. The valuation of microcirculatory and metabolic disorders in the patients with vibration disease. *Sibirskiy Meditsinskiy Zhurnal (Irkutsk)*. 2017;149(2):27–30. (In Russ.)
22. Babanov SA, Tatarovskaya NA. Pneumatic hammer disease in the practice of a therapist and a neurologist. *Vrach*. 2013;(9):9–15. (In Russ.)
23. Kotirinch IA. Clinical features of vibration-induced pathologies after exposure to whole-body vibration and static-dynamic overloads in driving self-propelled technic. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo Nauchnogo Tsentra Sibirskogo Otdeleniya Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2006;(3(49)):96–98. (In Russ.)

References

1. Hong L, Fast W. Inhibition of human dimethylarginine dimethylaminohydrolase-1 by S-nitroso-L-homocysteine and hydroxide. Analysis, quantification, and implications for hyperhomocysteinemia. *J Biol Chem*. 2007;282(48):34684–34692. doi: 10.1074/jbc.M707231200
2. Lakhman OL, Kolesov VG, Pankov VA, Rukavishnikov VS, Shayakhmetov SF, Dyakovich MP. [Vibration Disease from Local Vibration in Miners of Siberia and the Russian North.] Irkutsk: Scientific Center for Reconstructive Surgery, Siberian Branch RAMS Publ.; 2008. (In Russ.)
3. Babanov SA, Vorobyeva EV. [Features of the diagnosis and course of vibration disease in the conditions of modern production.] *Trudnyy Patsient*. 2010;8(5):28–30. (In Russ.)
4. Lagutina GN, Rudakova IE, Matjukhin VV, Shardakova EF. Occupational neuroorthopedical pathology at influence of vibration and physical loading. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo Nauchnogo Tsentra Sibirskogo Otdeleniya Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2006;(3(49)):87–89. (In Russ.)



Особенности генетического полиморфизма генов GSTM1, GSTT1, GSTP1 у рабочих Нижнетагильского металлургического комбината с заболеваниями сердечно-сосудистой системы

Д.Р. Шаихова, А.М. Амромина, И.А. Ситников,
М.П. Сутункова, В.Б. Гурвич, С.Г. Астахова

ФБУН «Екатеринбургский медицинский - научный центр профилактики и охраны
здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора,
ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Российская Федерация

Резюме

Введение. На формирование сердечно-сосудистых патологий влияют не только условия труда рабочих, но и генетические особенности организма. Генетические вариации генов GSTM1, GSTT1 и GSTP1 вносят вклад в индивидуальные различия в реакции на химические и канцерогенные соединения.

Цель исследования — изучить особенности генетического полиморфизма генов GSTM1, GSTT1 и GSTP1 у работающих на предприятии Нижнетагильского металлургического комбината с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

Материалы и методы. В группе наблюдения был обследован 61 человек, мужчины, работающие в конвертерном цехе, в возрасте от 33 до 61 года (средний возраст $48,15 \pm 7,50$ года) с патологией сердечно-сосудистой системы. Группу сравнения составили 29 человек, мужчины, условно здоровые работники предприятия без проявления признаков сердечно-сосудистой патологии, возраст от 23 до 56 лет. ДНК выделяли из периферической крови по стандартной методике. Определение делеционного полиморфизма генов GSTM1, GSTT1 проводилось методом qPCR, определение полиморфизма Ile105Val гена GSTP1 методом qPCR производилось с помощью готового коммерческого набора.

Результаты. Не было обнаружено статистически значимой разницы между группами ни по одному из исследуемых генов. Частота встречаемости сочетания GSTM1 (0/0) и GSTT1 (0/0) у группы наблюдения составила 14 %, а у группы сравнения — 11 %. Однако статистически достоверной разницы между группами обнаружено не было.

Выводы. В результате проведенного нами исследования было установлено, что присутствие нулевых генотипов GSTM1, GSTT1, а также мутантного аллеля GSTP1 и сопряженная с этим потеря функциональной активности фермента не вносят весомый вклад в развитие сердечно-сосудистых заболеваний в условиях влияния производственной среды.

Ключевые слова: ксенобиотики, GSTM1, GSTT1, GSTP1, глутатион-S-трансферазы, сердечно-сосудистая система.

Для цитирования: Шаихова Д.Р., Амромина А.М., Ситников И.А., Сутункова М.П., Гурвич В.Б., Астахова С.Г. Особенности генетического полиморфизма генов GSTM1, GSTT1, GSTP1 у рабочих Нижнетагильского металлургического комбината с заболеваниями сердечно-сосудистой системы // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 36–40. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-36-40>

Сведения об авторах:

✉ **Шаихова** Дарья Рамильевна — младший научный сотрудник отдела молекулярной биологии и электронной микроскопии; e-mail: darya.boo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7029-3406>.

Амромина Анна Михайловна — младший научный сотрудник отдела молекулярной биологии и электронной микроскопии; e-mail: amrominaam@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8794-7288>.

Ситников Иван Андреевич — младший научный сотрудник отдела молекулярной биологии и электронной микроскопии; e-mail: sitnikovia@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4109-9268>.

Сутункова Марина Петровна — д.м.н., директор; e-mail: sutunkova@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1743-7642>.

Гурвич Владимир Борисович — д.м.н., научный руководитель; e-mail: gurvich@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-7753>.

Астахова Светлана Геннадьевна — заведующая отделом организации клинической деятельности и медицинской статистики; e-mail: astakhova@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6027-704X>.

Информация о вкладе авторов: Шаихова Д.Р., Ситников И.А., Амромина А.М. — получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; Сутункова М.П., Гурвич В.Б., Астахова С.Г. — разработка дизайна исследования, управление проектом, концептуализация, надзор.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 24.09.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Features of GSTM1, GSTT1 and GSTP1 Genetic Polymorphism in Nizhny Tagil Metallurgical Plant Workers with Cardiovascular Diseases

Daria R. Shaikhova, Anna M. Amromina, Ivan A. Sitnikov, Marina P. Sutunkova,
Vladimir B. Gurvich, Svetlana G. Astakhova

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers,
30 Popov Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

Summary

Background: The development of cardiovascular diseases is determined not only by working conditions but also by genetic characteristics of employees. Genetic GSTM1, GSTT1 and GSTP1 variations contribute to individual differences in responses to industrial chemicals and carcinogens.

Objective: To study the features of the genetic polymorphism of the GSTM1, GSTT1, and GSTP1 genes in metallurgical plant workers with diseases of the cardiovascular system in the town of Nizhny Tagil, Sverdlovsk Region, Russian Federation.

Materials and methods: The case cohort included 61 men aged 33 to 61 years (mean: 48.15 ± 7.50 years), working in the converter shop and suffering from heart diseases. The control cohort consisted of 29 conditionally healthy male employees, aged 23–56, of the same iron and steel works having no signs of a cardiovascular disease. The DNA was isolated from peripheral blood using a standard technique. Deletion polymorphism of GSTM1 and GSTT1 genes was determined by quantitative PCR; Ile105Val polymorphism of the GSTP1 gene was established by qPCR using a commercial test kit.

Results: We observed no statistically significant differences between the cohorts for any of the studied genes. The frequency of occurrence of the combination of GSTM1 (0/0) and GSTT1 (0/0) in the cases and controls was 14 % and 11 %, respectively, but the difference was negligible.

Conclusions: Our findings demonstrate that the presence of null genotypes of GSTM1, GSTT1, as well as the mutant GSTP1 allele and the associated loss of enzyme activity contribute little to the development of cardiovascular diseases in workers exposed to occupational hazards.

Keywords: xenobiotics, GSTM1, GSTT1, GSTP1, glutathione-S-transferases, cardiovascular system.

For citation: Shaikhova DR, Amromina AM, Sitnikov IA, Sutunkova MP, Gurvich VB, Astakhova SG. Features of GSTM1, GSTT1 and GSTP1 genetic polymorphism in Nizhny Tagil metallurgical plant workers with cardiovascular diseases. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):36–40. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-36-40>

Author information:

✉ Daria R. **Shaikhova**, Junior Research Scientist, Department of Molecular Biology and Electron Microscopy, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: darya.booo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7029-3406>.

Anna M. **Amromina**, Junior Research Scientist, Department of Molecular Biology and Electron Microscopy, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: amrominaam@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8794-7288>.

Ivan A. **Sitnikov**, Junior Research Scientist, Department of Molecular Biology and Electron Microscopy, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: sitnikovia@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4109-9268>.

Marina P. **Sutunkova**, MD, Dr. Sci. (Med.), Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: sutunkova@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1743-7642>.

Vladimir B. **Gurvich**, Dr. Sci. (Med.), Scientific Director, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: gurvich@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-7753>.

Svetlana G. **Astakhova**, Head of the Department for Organization of Clinical Activities and Medical Statistics, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers; e-mail: astahova@ymrc.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6027-704X>.

Author contributions: Shaikhova D.R., Sitnikov I.A., Amromina A.M. did data collection and analysis, reviewed publications on the topic, and wrote the manuscript; Sutunkova M.P., Gurvich V.B., and Astakhova S.G. developed the study conception and design, managed and supervised the research; all authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the manuscript.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: September 24, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. В настоящее время остро ощущается проблема роста преждевременной смертности трудоспособного населения, а также увеличения уровня трудопотерь, вызванных развитием профессиональных заболеваний. На формирование данных патологий влияют не только условия труда рабочих (тяжесть трудового процесса, свойства и дозы экспонированных аэрозолей и т. д.), но и генетические (индивидуальные) особенности организма. Поэтому важной задачей современной медицины труда является оценка роли не только экзогенных факторов (условий труда), но и эндогенных (генетических) факторов, способствующих развитию профессиональных патологий у работающего населения, с целью выявления потенциальных групп риска и своевременного проведения профилактико-диагностических мероприятий [1, 2].

В воздухе рабочей зоны на металлургических предприятиях встречается большое количество ксенобиотиков: марганец, железо, ванадий, хром, никель, сера и т. д. [3]. Известно, что их попадание в организм может вызывать окислительный стресс и, как следствие, возникновение различных заболеваний [2, 4]. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) тесно связаны с окислительным стрессом, который играет важную роль в патофизиологии. Почти каждый третий работающий во вредных условиях труда в Свердловской области имеет заболевания сердечно-сосудистой системы, которые являются ведущими среди причин смертности населения трудоспособного возраста, в том числе случаев смерти на производстве [1].

Глутатион-S-трансферазы (GST) потенциально играют важную роль в снижении окислительного стресса, а генетические полиморфизмы генов GST могут объяснить вариabельные реакции человека на воздействие ксенобиотиков [5, 6]. Генетические вариации генов GSTM1, GSTT1 и GSTP1 вносят вклад в индивидуальные различия в реакции на химические и канцерогенные соединения. Нулевой генотип GSTM1 или GSTT1 приводит к полному отсутствию активности фермента, а GSTP1 Ile105Val — к снижению активности этого фермента [7–9]. Комбинированные мутации в этих генах могут изменять потенциальные риски, вызванные токсичными веществами или продуктами стадий окислительного стресса и

воспаления [4]. Накопленные к настоящему времени сведения не создают ясной картины о связи нулевых генотипов GST с риском развития ССЗ.

Цель исследования — изучить особенности генетического полиморфизма генов GSTM1, GSTT1 и GSTP1 у работающих на предприятии нижнетагильского металлургического комбината с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

Материалы и методы. В группе наблюдения было обследовано 61 человек, мужчины, работающие в конвертерном цехе, возраст от 33 до 61 года (средний возраст $48,15 \pm 7,50$ года), с патологией сердечно-сосудистой системы, относящейся по МКБ-10 к классу болезней I00–I99, занятые на рабочих местах огнеупорщика, разлищика стали, оператора загрузки конвертера, слесаря-ремонтника, электрогазосварщика, сталевара конвертера, машиниста крана металлургического производства, электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования, машиниста дистрибутора, шлаковщика, миксерового, ковшевого, оператора машины непрерывного литья заготовок, машиниста-транспортировщика горячего металла, сталевара установки внепечной обработки стали, шихтовщика. Группу сравнения составили 29 человек, мужчины, условно здоровые работники предприятия без проявления признаков сердечно-сосудистой патологии, возраст от 23 до 56 лет (средний возраст $44,03 \pm 7,63$ года). ДНК выделяли из периферической крови по стандартной методике с использованием набора diaGene для выделения ДНК из цельной крови на спин-колонках. Для определения делеционного полиморфизма генов GSTM1, GSTT1 были использованы последовательности праймеров, которые перечислены в табл. 1.

Состав ПЦР-смеси: БиоМастер HS-qPCR SYBR Blue, прямой и обратный праймеры — по 0,2 мкм каждый, вода и образец ДНК. Амплификация проводилась с помощью амплификатора Quant Studio 3 (Thermo Scientific, США) со следующими условиями: начальная денатурация 5 мин при 95 °C; далее 40 циклов по три шага: денатурация — 15 сек. при 95 °C, отжиг праймеров — 15 сек. при 60 °C, элонгация — 30 сек. при 72 °C. Начальная температура кривых плавления — 59 °C, регистрация флуоресцентного сигнала производилась непрерывно, скорость повышения температуры

Таблица 1. Последовательность праймеров [10]

Table 1. Sequence of primers [10]

Ген / Gene	Последовательность / Sequence	Размер продукта, пар нуклеотидов / Product size, base pairs
GSTT1	5'-GTGCAAACACCTCCTGGAGAT-3' - for	229
	5'-AGTCCTTGGCCTTCAGAATGA-3' - rev	
GSTM1	5'-CTTGGAGGAACTCCCTGAAAAG-3' - for	137
	5'-TGGAACCTCCATAACACGTGA-3' - rev	
ALB	5'-CGATTTTCTTTTATAGGGCAGTAGC-3' - for	71
	5'-TGGAACCTCTGCAAACTCAGC-3' - rev	

составляла 0,15 °C/сек. Полученные результаты интерпретировали исходя из анализа графиков накопления флуоресценции, специфичность оценивалась с помощью кривой плавления. Наличие гомозиготной делеции в генах GSTT1 и GSTM1 регистрировалось только при условии амплификации гена ALB как позитивного контроля. Определение полиморфизма Ile105Val гена GSTP1 методом qPCR производилось с помощью готового коммерческого набора «SNP-Скрин» (Синтол, Россия). Популяционные частоты аллельных вариантов вычисляли на основе наблюдаемых частот генотипов.

Для сравнения частот генотипов в группах больных и контроля применяли критерии χ^2 и χ^2 с поправкой Йейтса для таблиц сопряженности 2×2 . Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ Statistica 12 (StatSoft Inc., USA).

Результаты и обсуждение. В настоящем исследовании мы оценили частоты полиморфизмов GSTT1, GSTM1 и GSTP1, которые могут влиять на индивидуальную восприимчивость к ССЗ, и проверили SNP, которые, как считается, влияют на ферментативную активность.

Не было обнаружено статистически значимой разницы между группами ни по одному из исследуемых генов. Распределение частот генотипов, достоверность различий и значение критерия χ^2 представлены в табл. 2.

Также были подсчитаны сочетания нулевых генотипов GSTM1 и GSTT1. Так, частота встречаемости сочетания GSTM1 (0/0) и GSTT1 (0/0) у группы наблюдения составила 14 %, а у группы сравнения — 11 %. Однако статистически достоверной разницы между группами обнаружено не было.

Для полиморфизмов GSTT1, GSTM1 и GSTP1 распределение частот генотипов в изученных выборках соответствовало ожидаемому при равновесии Харди — Вайнберга. Известно, что частота полиморфных делеционных вариантов

генов GSTT1, GSTM1 и GSTP1 различается в разных популяциях [11–13]. Нулевой вариант аллеля GSTM1 чрезвычайно широко распространен в человеческой популяции — так, частота делеционного генотипа в Европе составляет 42–58 % [13], что согласуется с полученными нами данными. Частота гомозиготного по «нулевому» аллелю GSTT1 генотипа в популяциях европеоидов составляет 15–30 % [11], а гомозиготного мутантного генотипа (Val/Val) GSTP1 — 10–20 % [12], что также согласуется с полученными нами данными.

В ходе аэробного метаболизма в клетках постоянно происходят реакции с образованием активных форм кислорода, которые представлены в виде гидроксильных радикалов, пероксида водорода, окиси азота и т. д. В связи с их высокой реакционной способностью, данные соединения приводят к окислительному стрессу.

Система обезвреживания с участием GSTs и глутатиона играет важную роль в формировании резистентности организма к самым различным воздействиям и является надежным защитным механизмом клетки. Помимо участия цитозольных GSTs в реакциях конъюгации и изомеризации, они могут ковалентно и нековалентно связывать гидрофобные несубстратные лиганды, что необходимо для внутриклеточного транспорта, изоляции и ликвидации ксенобиотиков [14]. Таким образом, во второй фазе детоксикации ферменты семейства GSTs играют ключевую роль в процессах обезвреживания чужеродных веществ в клетках [15].

Полиморфизм, выявленный в генах данного генного суперсемейства, может оказывать свое непосредственное влияние на активность кодируемых ферментов, что в конечном счете способно приводить к изменениям в клеточном метаболизме.

В исследовании Sobha S.P. *et al.* было показано, что обнаружение нулевых мутаций GSTM1 и GSTT1 и полиморфизма GSTP1 имеет клиническое

Таблица 2. Распределение частот генотипов по генам GSTM1, GSTT1, GSTP1 у работающих с сердечно-сосудистой патологией

Table 2. Distribution of genotype frequencies by GSTM1, GSTT1 and GSTP1 genes in workers with cardiovascular diseases

Ген / Gene	Генотип / Genotype	Группа наблюдения / Case cohort, % (n = 61)	Группа сравнения / Control cohort, % (n = 29)	Достоверность различий / Significance of differences
GSTM1	+	48,28	49,18	$\chi^2 = 0,006435$ $p = 0,936064$
	0/0	51,72	50,82	
GSTT1	+	82,76	80,33	$\chi^2 = 0,075802$ $p = 0,783069$
	0/0	17,24	19,67	
GSTP1	A/A (Ile/Ile)	58,62	54,10	$\chi^2 = 4,28378$ $p = 0,117433$
	A/G (Ile/Val)	41,38	32,79	
	G/G (Val/Val)	0,00	13,11	

значение и может использоваться как биомаркер для ранней диагностики развития ССЗ и ССЗ при сахарном диабете (СД) [6]. В исследовании, проведенном в Малайзии, также были получены достоверные данные о связи делеционного полиморфизма GSTT1 с развитием ССЗ при СД [16]. Другое исследование обнаружило связь риска сердечной недостаточности с аллелем GSTP1 Val [17]. В работе не было выявлено никаких значимых ассоциаций между генотипом GSTT1 и сердечно-сосудистыми заболеваниями, но было продемонстрировано, что нулевой генотип GSTM1 защищает как от ишемической болезни сердца, так и от острого инфаркта миокарда [18], однако исследование Phulukdaree A. *et al.* показало, что нулевой генотип GSTM1 связан с повышенным в 2,6 раза риском развития ишемической болезни сердца [19]. Исследование, проведенное в Северной Индии, подтвердило связь нулевого генотипа GSTT1 и ишемической болезни сердца [20]. В то же время в ряде исследований не было показано значительной разницы в частотах нулевых генотипов GSTT1 и GSTM1 между пациентами и контрольной группой [21–23].

Однако данных о связи развития ССЗ в условиях неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды и полиморфизма генов GST, которые опровергали или подтверждали полученные нами результаты, обнаружено не было.

Заключение. В результате проведенного нами исследования было установлено, что присутствие нулевых генотипов GSTM1, GSTT1, а также мутантного аллеля GSTP1 и сопряженная с этим потеря функциональной активности фермента не вносят весомый вклад в развитие ССЗ в условиях влияния производственной среды. Возможно, это связано с тем, что в биотрансформации ксенобиотиков участвуют более 200 ферментных систем, которые частично взаимозаменяют друг друга [24].

Список литературы

- Газимова В.Г., Рузаков В.О., Шастин А.С., Федорук А.А., Гурвич В.Б., Плотно Э.Г. Основные организационные вопросы профилактики заболеваемости работающего населения в современных условиях // Медицина труда и промышленная экология. 2018. № 11. С. 32–35.
- Gong M, Dong W, Shi Z, Xu Y, Ni W, An R. Genetic polymorphism of GSTM1, GSTT1, and GSTP1 with prostate cancer risk: a meta-analysis of 57 studies. *PLoS One*. 2012;7(11):e50587. doi: 10.1371/journal.pone.0050587
- Шмакова Е.Е., Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Самылкин А.А., Гусельников С.Р., Гоголева О.И. Гигиенические факторы воздушной среды и их роль в формировании онкологической опасности в гидрометаллургическом производстве меди // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 12(309). С. 15–18.
- Sirivarasai J, Wananukul W, Kaojarern S, *et al.* Association between inflammatory marker, environmental lead exposure, and glutathione S-transferase gene. *Biomed Res Int*. 2013;474963. doi: 10.1155/2013/474963
- Sun P, Qian J, Zhang ZB, *et al.* Polymorphisms in phase I and phase II metabolism genes and risk of chronic benzene poisoning in a Chinese occupational population. *Carcinogenesis*. 2008;29(12):2325–2329. doi: 10.1093/carcin/bgn208
- Sobha SP, Ebenezer K. Susceptibility of glutathione-S-transferase polymorphism to CVD development in type 2 diabetes mellitus — A review. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2021. doi: 10.2174/1871530321666210908115222
- Nourozi MA, Neghab M, Bazzaz JT, Nejat S, Mansoori Y, Shahtaheri SJ. Association between polymorphism of GSTP1, GSTT1, GSTM1 and CYP2E1 genes and susceptibility to benzene-induced hematotoxicity. *Arch Toxicol*. 2018;92(6):1983–1990. doi: 10.1007/s00204-017-2104-9
- Klusek J, Gluszek S, Klusek J. GST gene polymorphisms and the risk of colorectal cancer development. *Contemp Oncol (Pozn)*. 2014;18(4):219–221. doi: 10.5114/wo.2014.41388
- Farmohammadi A, Arab-Yarmohammadi V, Ramzanpour R. Association analysis of rs1695 and rs1138272 variations in GSTP1 gene and breast cancer susceptibility. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2020;21(4):1167–1172. doi: 10.31557/APJCP.2020.21.4.1167
- Koh W-P, Nelson HH, Yuan J-M, *et al.* Glutathione S-transferase (GST) gene polymorphisms, cigarette smoking and colorectal cancer risk among Chinese in Singapore. *Carcinogenesis*. 2011;32(10):1507–1511. doi: 10.1093/carcin/bgr175
- Фетисова И.Н., Межинский С.С., Чаша Т.В., Ратникова С.Ю., Фетисов Н.С. Полиморфизм генов системы детоксикации // Вестник Ивановской медицинской академии. 2014. Т. 19. № 4. С. 50–58.
- Landi S. Mammalian class theta GST and differential susceptibility to carcinogens: a review. *Mutat Res*. 2000;463(3):247–283. doi: 10.1016/s1383-5742(00)00050-8
- Palma-Cano LE, Córdova EJ, Orozco L, *et al.* GSTT1 and GSTM1 null variants in Mestizo and Amerindian populations from northwestern Mexico and a literature review. *Genet Mol Biol*. 2017;40(4):727–735. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2016-0142
- Pajaud J, Kumar S, Rauch C, Morel F, Aninat C. Regulation of signal transduction by glutathione transferases. *Int J Hepatol*. 2012;2012:137676. doi: 10.1155/2012/137676
- Di Pietro G, Magno L, Rios-Santos F. Glutathione S-transferases: an overview in cancer research. *Expert Opin Drug Metab Toxicol*. 2010;6(2):153–170. doi: 10.1517/17425250903427980
- Etemad A, Vasudevan R, Aziz AF, *et al.* Analysis of selected glutathione S-transferase gene polymorphisms in Malaysian type 2 diabetes mellitus patients with and without cardiovascular disease. *Genet Mol Res*. 2016;15(2). doi: 10.4238/gmr.15025845
- Simeunovic D, Odanovic N, Pljesa-Ercegovac M, *et al.* Glutathione transferase P1 polymorphism might be a risk determinant in heart failure. *Dis Markers*. 2019;6984845. doi: 10.1155/2019/6984845
- Wilson MH, Grant PJ, Kain K, Warner DP, Wild CP. Association between the risk of coronary artery disease in South Asians and a deletion polymorphism in glutathione S-transferase M1. *Biomarkers*. 2003;8(1):43–50. doi: 10.1080/1354750021000042439
- Phulukdaree A, Khan S, Moodley D, Chuturgoon AA. GST polymorphisms and early-onset coronary artery disease in young South African Indians. *S Afr Med J*. 2012;102(7):627–630. doi: 10.7196/samj.5520
- Girisha KM, Gilmour A, Mastana S, *et al.* T1 and M1 polymorphism in glutathione S-transferase gene and coronary artery disease in North Indian population. *Indian J Med Sci*. 2004;58(12):520–526.
- Türkanoglu A, Can Demirdöğen B, Demirkaya Ş, Bek S, Adali O. Association analysis of GSTT1, GSTM1 genotype polymorphisms and serum total GST activity with ischemic stroke risk. *Neurol Sci*. 2010;31(6):727–734. doi: 10.1007/s10072-010-0330-5
- Samuel AM, Kollu R, Rao S, Rao A. Serum total glutathione-S-transferase in stroke, a preliminary report. *Clin Chem Lab Med*. 2004;42(8):984–986. doi: 10.1515/CCLM.2004.162
- Pourkeramati A, Mehrjardi EZ, Tezerjani MD, Seifati SM. Association of GSTP1, GSTT1 and GSTM1 gene variants with coronary artery disease in

Iranian population: A case-control study. *Int J Gen Med.* 2020;13:249–259. doi: 10.2147/IJGM.S252552

Захаренков В.В., Гафаров Н.И., Панев Н.И. и др. Распределение биохимических и молекулярно-генетических маркеров генов у работников угледобывающих предприятий Кузбасса, больных хроническим пылевым бронхитом // *Acta Biomedica Scientifica.* 2012. № 1. С. 93–97.

References

- Iranian population: A case-control study. *Int J Gen Med.* 2020;13:249–259. doi: 10.2147/IJGM.S252552
24. Захаренков В.В., Гафаров Н.И., Панев Н.И. и др. Распределение биохимических и молекулярно-генетических маркеров генов у работников угледобывающих предприятий Кузбасса, больных хроническим пылевым бронхитом // *Acta Biomedica Scientifica.* 2012. № 1. С. 93–97.
- ### References
1. Gazimova VG, Ruzakov VO, Shastin AS, Fedoruk AA, Gurvich VB, Plotko EG. The basic organizational problems of preventing morbidity of working population in modern conditions. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya.* 2018;(11):32–35. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2018-11-32-35
 2. Gong M, Dong W, Shi Z, Xu Y, Ni W, An R. Genetic polymorphism of GSTM1, GSTT1, and GSTP1 with prostate cancer risk: a meta-analysis of 57 studies. *PloS One.* 2012;7(11):e50587. doi: 10.1371/journal.pone.0050587
 3. Shmakova EE, Lipatov GYa, Adrianovskiy VI, Samyalkin AA, Gusevnikov SR, Gogoleva OI. Hygiene factors of the air environment and their role in the formation of cancer risk in hydrometallurgical copper production. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2018;(12(309)):15–18. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-309-12-15-18
 4. Sirivarasai J, Wananukul W, Kaojarern S, et al. Association between inflammatory marker, environmental lead exposure, and glutathione S-transferase gene. *Biomed Res Int.* 2013;474963. doi: 10.1155/2013/474963
 5. Sun P, Qian J, Zhang ZB, et al. Polymorphisms in phase I and phase II metabolism genes and risk of chronic benzene poisoning in a Chinese occupational population. *Carcinogenesis.* 2008;29(12):2325–2329. doi: 10.1093/carcin/bgn208
 6. Sobha SP, Ebenezar K. Susceptibility of glutathione-S-transferase polymorphism to CVD development in type 2 diabetes mellitus – A review. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* 2021. doi: 10.2174/1871530321666210908115222
 7. Nourozi MA, Neghab M, Bazzaz JT, Nejat S, Mansoori Y, Shahtaheri SJ. Association between polymorphism of GSTP1, GSTT1, GSTM1 and CYP2E1 genes and susceptibility to benzene-induced hematotoxicity. *Arch Toxicol.* 2018;92(6):1983–1990. doi: 10.1007/s00204-017-2104-9
 8. Klusek J, Gluszek S, Klusek J. GST gene polymorphisms and the risk of colorectal cancer development. *Contemp Oncol (Pozn).* 2014;18(4):219–221. doi: 10.5114/wo.2014.41388
 9. Farmohammadi A, Arab-Yarmohammadi V, Ramzanpour R. Association analysis of rs1695 and rs1138272 variations in GSTP1 gene and breast cancer susceptibility. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2020;21(4):1167–1172. doi: 10.31557/APJCP.2020.21.4.1167
 10. Koh W-P, Nelson HH, Yuan J-M, et al. Glutathione S-transferase (GST) gene polymorphisms, cigarette smoking and colorectal cancer risk among Chinese in Singapore. *Carcinogenesis.* 2011;32(10):1507–1511. doi: 10.1093/carcin/bgr175
 11. Fetisova IN, Mezhrinsky SS, Chashina TV, Ratnikova SYu, Fetisov NS. Gene polymorphism of detoxication system. *Vestnik Ivanovskoy Meditsinskoy Akademii.* 2014;19(4):50–58. (In Russ.)
 12. Landi S. Mammalian class theta GST and differential susceptibility to carcinogens: a review. *Mutat Res.* 2000;463(3):247–283. doi: 10.1016/s1383-5742(00)00050-8
 13. Palma-Cano LE, Córdova EJ, Orozco L, et al. GSTT1 and GSTM1 null variants in Mestizo and Amerindian populations from northwestern Mexico and a literature review. *Genet Mol Biol.* 2017;40(4):727–735. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2016-0142
 14. Pajaud J, Kumar S, Rauch C, Morel F, Aninat C. Regulation of signal transduction by glutathione transferases. *Int J Hepatol.* 2012;2012:137676. doi: 10.1155/2012/137676
 15. Di Pietro G, Magno L, Rios-Santos F. Glutathione S-transferases: an overview in cancer research. *Expert Opin Drug Metab Toxicol.* 2010;6(2):153–170. doi: 10.1517/17425250903427980
 16. Etemad A, Vasudevan R, Aziz AF, et al. Analysis of selected glutathione S-transferase gene polymorphisms in Malaysian type 2 diabetes mellitus patients with and without cardiovascular disease. *Genet Mol Res.* 2016;15(2). doi: 10.4238/gmr.15025845
 17. Simeunovic D, Odanovic N, Pljesa-Ercegovac M, et al. Glutathione transferase P1 polymorphism might be a risk determinant in heart failure. *Dis Markers.* 2019;6984845. doi: 10.1155/2019/6984845
 18. Wilson MH, Grant PJ, Kain K, Warner DP, Wild CP. Association between the risk of coronary artery disease in South Asians and a deletion polymorphism in glutathione S-transferase M1. *Biomarkers.* 2003;8(1):43–50. doi: 10.1080/135475002100004239
 19. Phulukdaree A, Khan S, Moodley D, Chuturgoon AA. GST polymorphisms and early-onset coronary artery disease in young South African Indians. *S Afr Med J.* 2012;102(7):627–630. doi: 10.7196/samj.5520
 20. Girisha KM, Gilmour A, Mastana S, et al. T1 and M1 polymorphism in glutathione S-transferase gene and coronary artery disease in North Indian population. *Indian J Med Sci.* 2004;58(12):520–526.
 21. Türkanoğlu A, Can Demirdöğen B, Demirkaya Ş, Bek S, Adali O. Association analysis of GSTT1, GSTM1 genotype polymorphisms and serum total GST activity with ischemic stroke risk. *Neurol Sci.* 2010;31(6):727–734. doi: 10.1007/s10072-010-0330-5
 22. Samuel AM, Kollu R, Rao S, Rao A. Serum total glutathione-S-transferase in stroke, a preliminary report. *Clin Chem Lab Med.* 2004;42(8):984–986. doi: 10.1515/CCLM.2004.162
 23. Pourkeramati A, Mehrjardi EZ, Tezerjani MD, Seifati SM. Association of GSTP1, GSTT1 and GSTM1 gene variants with coronary artery disease in Iranian population: A case-control study. *Int J Gen Med.* 2020;13:249–259. doi: 10.2147/IJGM.S252552
 24. Zakharenkov VV, Gafarov NI, Panev NI, et al. Distribution of biochemical and molecular-genetic markers of genes in workers of coal mining enterprises of Kuzbass Region suffering from chronic dust bronchitis. *Acta Biomedica Scientifica.* 2012;(1(83)):93–97. (In Russ.)





Оценка развития мелкой моторики, функции равновесия и статокINETической устойчивости у младших школьников

П.И. Храмцов, Н.О. Березина, А.М. Курганский

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Ломоносовский пр., д. 2, стр. 1, г. Москва, 119991, Российская Федерация

Резюме

Введение. Оценка уровня развития мелкой моторики (ММ), статического равновесия (СР) и статокINETической устойчивости (СКУ) у младших школьников отражает степень их функциональной готовности к систематическому обучению в школе.

Цель исследования: оценить особенности развития детей на начальном этапе систематического обучения.

Материалы и методы. Проведены исследования ММ у 117 детей с использованием модифицированной методики «Домик», СР у 150 детей с помощью теста на равновесие в позе «Аист» и СКУ у 147 детей на основе анализа устойчивости тела стоя в процессе активного вращения вокруг вертикальной оси.

Результаты. Установлено, что уровень развития ММ, соответствующий возрастнo-половой норме, отмечался всего у 19,0 % (ДИ 95 %: 8,9–29,1 %) обучающихся 1-х классов и у 17,0 % (ДИ 95 %: 7,4–26,5 %) обучающихся 2-х классов. Уровень СКУ ниже среднего отмечался у 37,5 % (ДИ 95 %: (25,6–49,4 %) обучающихся 1-х классов и у 38,8 % (ДИ 95 %: 30,9–46,7 %) обучающихся 2-х классов. Уровень СР ниже среднего имели 65,7 % (ДИ 95 %: 54,3–77,0 %) первоклассников и 37,3 % (ДИ 95 %: 26,9–47,8 %) второклассников. Отставание в развитии СКУ, СР, ММ отмечалось в 1,2–3,9 раза чаще у мальчиков, чем у девочек.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что для современных младших школьников характерен уровень развития ММ, СКУ и СР ниже среднего. Результаты рекомендуют использовать при разработке профилактических программ и технологий с целью повышения функциональной готовности детей к обучению в школе.

Ключевые слова: функциональная готовность к школе, мелкая моторика, статическое равновесие, статокINETическая устойчивость, младшие школьники.

Для цитирования: Храмцов П.И., Березина Н.О., Курганский А.М. Оценка развития мелкой моторики, функции равновесия и статокINETической устойчивости у младших школьников // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 41–47. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-41-47>

Сведения об авторах:

✉ **Храмцов Петр Иванович** – д.м.н., профессор, руководитель НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России; e-mail: pikhrantsov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0476-0969>.

Березина Надежда Олеговна – к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиены детей и подростков; e-mail: nadberezina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7578-4485>.

Курганский Александр Михайлович – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиенической оценки и экспертизы; e-mail: kurgansk@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7688-586X>.

Информация о вкладе авторов: Храмцов П.И. – концепция и дизайн исследования, анализ материала, написание и редактирование текста; Березина Н.О. – сбор, обработка и анализ материала, написание текста; Курганский А.М. – обработка и анализ материала.

Финансирование: работа поддержана РФФИ в рамках выполнения проекта № 19-013-00111 «Здоровьесберегающий ресурс технологий развития статокINETической устойчивости у детей в процессе образовательной деятельности».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение правил биоэтики: Исследование проводилось согласно принципам Хельсинкской декларации. Содержание статьи было одобрено Комитетом по этике Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей (протокол № 11 от 25 ноября 2021 года).

Статья получена: 21.11.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Assessment of the Development of Fine Motor Skills, Balance Function and Static Kinetic Stability in Elementary Schoolchildren

Petr I. Khramtsov, Nadezhda O. Berezina, Alexander M. Kurgansky

National Medical Research Center for Children's Health,
Bldg 1, 2 Lomonosov Avenue, Moscow, 119991, Russian Federation

Summary

Background: Assessment of the development of fine motor skills (FMS), static balance (SB), and static kinetic stability (SKS) in elementary schoolchildren reflects the extent of their school readiness.

Objective: To evaluate the development of children at the initial stage of systematic learning.

Materials and methods: Fine motor skill tests were conducted in 117 children using a modified "Little House" technique; static balance was tested in 150 children using the stork pose balance test, and static kinetic stability was tested in 147 children by analyzing stability of the body standing while rotating around the vertical axis.

Results: We established that fine motor skills were age appropriate in only 19.0 % (95 % CI: 8.9–29.1 %) of first and 17.0 % (95 % CI: 7.4–26.5 %) of second-year pupils. Low static kinetic stability was observed in 37.5 % (95 % CI: 25.6–49.4 %) of first graders and 38.8 % (95 % CI: 30.9–46.7 %) of second graders. The level of static balance was below the average in 65.7 % (95 % CI: 54.3–77.0 %) of first graders and 37.3 % (95 % CI: 26.9–47.8 %) of second graders. Developmental delays in FMS, SB and SKS were 1.2–3.9 times more frequent in boys than in girls.

Conclusion: Our findings demonstrate that the development of FMS, SKS and SB in contemporary elementary schoolchildren is below the average level. The results may become the basis for elaboration of appropriate preventive programs and technologies in order to improve school readiness in children.

Keywords: school readiness, fine motor skills, static balance, static kinetic stability, junior schoolchildren.

For citation: Khramtsov PI, Berezina NO, Kurgansky AM. Assessment of the development of fine motor skills, balance function and static kinetic stability in elementary schoolchildren. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):41–47. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-41-47>

Author information:

✉ **Petr I. Khramtsov**, Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the Research Institute of Hygiene and Health Protection of Children and Adolescents, National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: pikhrantsov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0476-0969>.

Nadezhda O. **Berezina**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher, Laboratory of Complex Problems of Hygiene of Children and Adolescents, National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: nadberezina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7578-4485>. Alexander M. **Kurgansky**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Complex Problems of Hygienic Assessment and Examination, National Medical Research Center for Children's Health; e-mail: kurgansk@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7688-586X>.

Author contributions: *Khrantsov P.I.* developed the study conception and design, analyzed data, wrote and revised the manuscript; *Berezina N.O.* conducted the study, analyzed data, and wrote the manuscript; *Kurgansky A.M.* processed and analyzed data; all authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the manuscript.

Funding: The work was supported by the Russian Foundation of Basic Research within the framework of Project No. 19-013-00111, A Health-Saving Resource of Technologies for the Development of Static Kinetic Stability in Children in the Course of Educational Activities.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Compliance with the rules of bioethics: The study was conducted according to the principles of the Declaration of Helsinki. The contents of the article were approved by the Ethics Committee of the National Medical Research Center for Children's Health (Minutes No. 11 of November 25, 2021).

Received: November 11, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Оценка уровня развития мелкой моторики (ММ) является одним из важных критериев функциональной готовности ребенка к школе, определяющей успешность его адаптации и дальнейшего систематического обучения [1–4]. В настоящее время разработаны методы оценки и определены педагогические и гигиенические условия развития ММ, разработаны специальные упражнения и творческие задания, позволяющие детям быстрее и легче освоить навыки элементов письма, необходимые для успешного обучения в школе^{1,2} [5–7]. В младшем школьном возрасте установлена взаимосвязь между уровнем развития основных психомоторных функций и успешностью обучения детей [4].

Установлено, что высокий потенциальный развивающий и коррекционный эффект имеют технологии и средства физической культуры, а также систематическая оптимальная двигательная активность³ [11–13]. Уровень психомоторного развития и эффективность коррекции его нарушений во многом зависят от особенностей психического развития ребенка, состояния его здоровья [11–24].

Вместе с тем результаты исследований свидетельствуют о том, что многие дети не готовы к обучению из-за низкого уровня развития ММ. По данным научных исследований, функционально готовы к школьному обучению только 55,4 % выпускников детских садов, недостаточный уровень развития школьно-необходимых навыков отмечался у 40,0 % первоклассников [2].

Прогностическая значимость низкого уровня развития ММ определяется формированием трудностей обучения детей, повышением физиологической стоимости процесса обучения, психоэмоциональным напряжением, что в совокупности приводит к снижению функциональных возможностей организма и ухудшению здоровья детей.

В связи с этим актуальной становится задача поиска и обоснования способов повышения эффективности развития ММ, в том числе на основе учета закономерностей формирования механизмов координации мелкой и крупной моторики и развития координационных способностей средствами физической культуры.

Концептуальной основой исследования является положение о фасилитирующей роли функции статической координации и статокINETической устойчивости в обеспечении условий эффективного развития ММ. Исходя из данного положения, между уровнем развития ММ и статическим равновесием (СР), а также между уровнем развития ММ и статокINETической устойчивостью (СКУ) существует взаимосвязь, обуславливающая позитивное влияние СР и СКУ на развитие ММ. В соответствии с этим положением для более эффективного развития ММ необходимым условием является достаточный уровень развития СР и СКУ. Проверке этой гипотезы и установлению гигиенического значения развития мелкой моторики в совокупности с развитием СР и СКУ посвящено данное исследование.

Цель исследования — оценить особенности развития мелкой моторики, функции равновесия и статокINETической устойчивости у младших школьников на начальном этапе систематического обучения.

Материалы и методы исследования. Проведены комплексные исследования, включающие оценку развития мелкой моторики у 117 детей, статического равновесия у 150 детей и статокINETической устойчивости у 147 детей, обучающихся в 1–2-х классах.

От родителей детей, участвовавших в исследовании, получены письменные информированные согласия. Критериями включения являлся возраст детей 7–9 лет, отсутствие острых заболеваний, наличие информированного согласия родителей (законных представителей) на участие в исследовании.

Для оценки развития ММ использовалась методика «Домик»⁴ в авторской модификации [25].

СтатокINETическая устойчивость (СКУ) оценивалась по методике В.Ф. Базарного [26, 27]. Для оценки статического равновесия (СР) использовался тест устойчивости вертикальной позы стоя на опорной ноге в позе «Аист». Критерии оценки устойчивости учитывали возраст и пол детей и основывались на значениях центильных одномерных шкал⁵. Сравнение индивидуальных значений с нормативными позволяло определять

¹ Безбородова М.А. Методики диагностики психомоторного развития школьников и дошкольников. М.: МПГУ, 2019. 80 с.

² Сердюковская Г.Н., ред. Организация медицинского контроля за развитием и здоровьем дошкольников и школьников на основе массовых скрининг-тестов и их оздоровление в условиях детского сада, школы. М.: Промедэк, 1993. С. 69–71.

³ Кольцова М.М. Двигательная активность и развитие функций мозга ребенка. М.: Педагогика, 1973. 143 с.

⁴ Гуткина Н.И. Психологическая готовность к школе. СПб.: Питер, 2004. 208 с.

⁵ Физическое развитие и функциональные резервы студентов вузов. Методы исследования / Чекалова Н.Г. [и др.]; под ред. Н.Г. Чекаловой. Н. Новгород: Издательство Нижегородской гос. медицинской академии, 2017. 68 с.

3 уровня развития СР и СКУ — средний, ниже среднего и выше среднего.

Учитывая важность гигиенической оценки развития ММ на начальном этапе систематического обучения, в исследованиях приняли участие учащиеся 1–2-х классов.

Статистический анализ проводился с использованием пакета программ *SPSS Statistics 19.0*. Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений, процентных долей и границ 95 % доверительного интервала, рассчитанного с помощью метода Уилсона.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование развития ММ у обучающихся 1-х и 2-х классов позволило выделить группы детей с нормальным и сниженным уровнями развития, а также с отставанием в развитии (табл. 1).

Исходя из полученных данных, установлено, что уровень развития ММ, соответствующий возрастнo-половой норме, отмечался всего у 19,0 % (ДИ 95 %: 8,9–29,1 %) обучающихся 1-х классов и у 17,0 % (ДИ 95 %: 7,4–26,5 %) обучающихся 2-х классов; сниженный уровень развития соответственно у 58,6 % (ДИ 95 %: 45,9–71,3 %) и у 64,4 % (ДИ 95 %: 52,2–76,6 %); отставание в развитии соответственно у 22,4 % (ДИ 95 %: 11,7–33,1 %) и у 18,6 % (ДИ 95 %: 8,7–28,6 %) детей. При этом различий в уровне развития ММ у детей 1-х и 2-х классов не выявлено, что свидетельствует о недостаточном уровне педагогической поддержки в развитии ММ у обучающихся на начальном этапе систематического обучения. Большинство обучающихся 1-х и 2-х классов имеют сниженный уровень развития ММ, что обосновывает актуальность проведения дополнительных мероприятий по развитию ММ не только для первоклассников, но и для детей 2-го года обучения.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить низкую распространенность нормального уровня развития ММ у обучающихся 1-х и 2-х классов. Отсутствие различий между детьми 1-го и 2-го годов обучения указывает на необходимость научного обоснования, разработки и более активного систематического применения эффективных развивающих технологий по форми-

рованию ММ на уроках в начальной школе. Одним из возможных факторов, негативно влияющих на развитие ММ у младших школьников, является широкое внедрение в образовательную и досуговую деятельность цифровых средств обучения в связи со специфическим характером моторного компонента движений пальцев и кистей рук при клавиатурном письме⁶ [28, 29].

Сравнительный анализ уровня развития ММ у обучающихся 1–2-х классов в зависимости от пола позволил выявить ряд особенностей. Количество девочек 1–2-х классов с нормальным уровнем развития ММ было в 3,2 раза больше, чем мальчиков. Отставание же в развитии ММ в 3,9 чаще отмечалось у мальчиков, чем у девочек. Анализ распространенности сниженного уровня развития ММ не выявил различий между мальчиками и девочками как в 1-х, так и во 2-х классах. Отставание же в развитии ММ в 3,9 раза чаще отмечалось у мальчиков, чем у девочек.

Такая же закономерность была выявлена при дифференцированном сравнении распространенности нормального уровня развития ММ и отставания у детей 1-х и 2-х классов. В 1-х классах нормальный уровень развития ММ в 1,7 раза чаще отмечался у девочек, чем у мальчиков, отставание в 2,4 раза чаще выявлялось у мальчиков. Среди второклассников наблюдалась такая же закономерность, но более выраженная. Мальчиков с нормальным уровнем развития ММ не было выявлено, а количество девочек с отставанием в 6,6 раза превышало количество девочек с нормальным уровнем развития ММ.

Таким образом, дифференцированный анализ частоты встречаемости разных уровней развития ММ у обучающихся 1-х и 2-х классов позволил установить, что отставание в развитии наиболее часто отмечалось среди мальчиков. Причем эта особенность сохраняется у обучающихся 2-х классов. Несмотря на общие физиологические закономерности роста и развития, а также влияние педагогических условий обучения, в развитии ММ отмечаются затруднения.

Согласно рабочей гипотезе, принятой в исследовании, наряду с изучением уровня развития

Таблица 1. Распределение младших школьников 1–2-х классов разного пола по уровню развития мелкой моторики

Table 1. Distribution of the first and second-year school boys and girls by the level of development of fine motor skills

Пол / Gender	n	Уровень развития мелкой моторики / Development of fine motor skills					
		Отставание / Delayed		Сниженный / Re-duced		Нормальный / Normal	
		%	ДИ / CI	%	ДИ / CI	%	ДИ / CI
1-е классы / 1st graders							
М / В	34	29,4	14,1–44,7	55,9	39,2–72,6	14,7	2,8–26,6
Д / G	24	12,5	–0,7–28,7	62,5	43,1–81,9	25,0	7,7–42,3
М + Д / В + G	58	22,4	11,7–33,1	58,6	45,9–71,3	19,0	8,9–29,1
2-е классы / 2nd graders							
М / В	24	37,5	18,1–56,9	62,5	43,1–81,9	0	0
Д / G	35	5,7	–2,0–13,4	65,7	50,0–81,4	28,6	13,6–43,5*
М + Д / В + G	59	18,6	8,7–28,6	64,4	52,2–76,6	17,0	7,4–26,5
1–2-е классы / Grades 1–2							
М / В	58	32,8	20,7–46,8	58,6	45,9–71,3	8,6	1,4–15,8
Д / G	59	8,5	1,4–15,6	64,4	52,2–76,6	27,1	15,8–38,5*
М + Д / В + G	117	20,5	13,2–27,8	61,5	52,7–70,4	18,0	11,0–24,9

Примечание: * $p < 0,05$ (между количеством детей с нормальным уровнем развития ММ и отставанием).

Note: * $p < 0.05$ (between the number of children with normal and delayed development of fine motor skills).

⁶ Айрис Э. Дж. Ребенок и сенсорная интеграция. Понимание скрытых проблем развития / Э. Дж. Айрис; [пер. с англ. Юлии Даре]. 3-е изд. М.: Теревинф, 2013. 272 с.

ММ проведена оценка развития СР и СКУ. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Внимание к исследованию СКУ обусловлено ее влиянием на развитие сенсорной интеграции и участием в обеспечении условий формирования когнитивных функций у детей [31]. Такие исследования проводились с участием детей, имеющих различные нарушения развития когнитивной и моторной сферы.

Анализ полученных результатов исследования позволил установить, что уровень СКУ ниже среднего отмечался у 37,5 % (ДИ 95 %: 25,6–49,4 %) обучающихся 1-х классов и у 38,8 % (ДИ 95 %: 30,9–46,7 %) у обучающихся 2-х классов, уровень СКУ выше среднего соответственно у 15,6 % (ДИ 95 %: 6,7–24,5 %) и у 9,5 % (ДИ 95 %: 4,8–14,3 %). У мальчиков уровень СКУ ниже среднего отмечался в 1,4 раза чаще, чем у девочек, в 1-х классах и в 1,2 раза во 2-х классах. Различий в распространенности данного уровня СКУ между детьми 1-х и 2-х классов не выявлено. Уровень СКУ выше среднего отмечался только у 15,6 % (ДИ 95 %: 6,7–24,5 %) детей 1-х классов и у 9,5 % (ДИ 95 %: 4,8–14,3 %) детей 2-х классов.

Таким образом, исследование СКУ выявило высокую частоту встречаемости детей с уровнем СКУ ниже среднего, что свидетельствует о недостаточной степени развития механизмов

сенсорной интеграции у детей 1-х и 2-х классов, обеспечивающих устойчивость тела в процессе вестибулярных раздражений. Установленный результат может быть связан с особенностями жизнедеятельности современных детей в результате малоподвижного образа жизни, преимущественно сидячим, как в условиях образовательной деятельности в школе, так и в процессе досуговой деятельности вне школы. Дети практически весь день находятся в школе, имея ограниченные возможности и условия для активного отдыха. Кроме того, в настоящее время приоритетом у детей становится пассивный отдых, в т. ч. с использованием различных гаджетов.

Дифференцированный по полу анализ уровня развития СКУ позволил установить, что мальчиков с уровнем СКУ ниже среднего в 1,4 раза больше, чем девочек, в 1-х классах и в 1,2 раза во 2-х классах. Количество детей с уровнем СКУ ниже среднего превышает количество детей с уровнем СКУ выше среднего в 2,4 раза среди мальчиков и в 2,3 раза среди девочек в 1-х классах и в 6,0 и 15,3 раза соответственно во 2-х классах.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что для обучающихся 1-х и 2-х классов характерна на уровне тенденции наибольшая распространенность уровня СКУ ниже среднего среди мальчиков по сравнению с девочками.

Таблица 2. Распределение младших школьников 1–2-х классов разного пола по уровню развития статокинетической устойчивости и статического равновесия

Table 2. Distribution of the first and second-year school boys and girls by the level of development of static kinetic stability and static balance

Пол / Gender	n	Уровень развития / Level of development					
		Ниже среднего / Below the average		Средний / Average		Выше среднего / Above the average	
		%	ДИ / CI	%	ДИ / CI	%	ДИ / CI
Статокинетическая устойчивость / Static kinetic stability							
1-е классы / 1st graders							
М / M	41	41,5	26,4–56,5	41,5	26,4–56,5	17,1	5,6–28,6
Д / G	23	30,4	11,6–49,2	56,5	36,3–76,8	13,1	–0,7–26,8
М + Д / B + G	64	37,5	25,6–49,4	46,9	34,6–59,1	15,6	6,7–24,5
2-е классы / 2nd graders							
М / M	42	42,9	27,9–57,8	50,0	34,9–65,1	7,1	–0,6–14,9
Д / G	41	36,6	21,8–51,3	61,0	46,0–75,9	2,4	–2,3–7,2
М + Д / B + G	83	38,8	30,9–46,7	51,7	43,6–59,8	9,5	4,8–14,3
1-е и 2-е классы / Grades 1–2							
М / M	83	42,2	31,5–52,8	45,8	35,1–56,5	12,0	5,0–19,1
Д / G	64	34,4	22,7–46,0	59,4	47,3–71,4	6,2	0,3–12,2
М + Д / B + G	147	38,8	30,9–46,7	51,7	43,6–59,8	9,5	4,8–14,3
Статическое равновесие / Static balance							
1-е классы / 1st graders							
М / M	41	80,5	68,4–92,6	17,1	5,6–28,6	2,4	–2,3–7,2
Д / G	26	42,3	20,3–37,5*	53,8	34,7–73,0	3,8	–3,5–11,2
М + Д / B + G	67	65,7	54,3–77,0	31,3	20,2–42,5	3,0	–1,1–7,1
2-е классы / 2nd graders							
М / M	42	50,0	34,9–65,1	45,2	30,2–60,3	4,8	–1,7–11,2
Д / G	41	24,4	11,2–37,5	41,5	26,4–56,5	34,1	19,6–48,7*
М + Д / B + G	83	37,3	26,9–47,8	43,4	32,7–54,0	19,3	10,8–27,8
1-е и 2-е классы / Grades 1–2							
М / M	83	65,1	54,8–75,3	31,3	21,3–41,3	3,6	–0,4–7,6
Д / G	67	31,3	20,2–42,5*	46,3	34,3–58,2	22,4	12,4–32,4
М + Д / B + G	150	50,0	42,0–58,0	38,0	30,2–45,8	12,0	6,8–17,2

Примечание: * $p < 0,05$ (между мальчиками и девочками).

Note: * $p < 0.05$ (between boys and girls).

СР является одной из основных характеристик развития координационных функций организма. По показателям СР можно судить об эффективности интегрирующей функции центральной нервной системы и о степени сенсорной интеграции. В результате проведенных исследований установлено, что уровень СР ниже среднего имели 65,7 % (ДИ 95 %: 54,3–77,0 %) первоклассников и 37,3 % (ДИ 95 %: 26,9–47,8 %) второклассников; выше среднего соответственно 3,0 % (ДИ 95 %: –1,1–7,1 %) и 19,3 % (ДИ 95 %: 10,8–27,8 %) детей.

При сравнительном анализе по полу СР у учащихся 1-го и 2-го годов обучения установлено, что уровень СР ниже среднего у 80,5 % (ДИ 95 %: 68,4–92,6 %) мальчиков и 42,3 % (ДИ 85 %: 20,3–35,7 %) девочек 1-х классов и у 50,0 % (ДИ 95 %: 34,9–65,1 %) и 24,4 % (ДИ 95 %: 11,2–37,5 %) мальчиков и девочек 2-х классов соответственно.

Анализ распространенности уровня СР выше среднего не выявил различий между мальчиками и девочками 2-го класса. Частота встречаемости такого уровня СР не превышала 2,4 % (ДИ 95 %: –2,3–7,2 %) среди мальчиков и 3,8 % (ДИ 95 %: –3,5–11,2 %) среди девочек. Во 2-м классе количество мальчиков с уровнем СР выше среднего такое же, как в 1-м, и составило 4,8 % (ДИ 95 %: –1,7–11,2 %). Количество же девочек (34,1 %) существенно превышало количество мальчиков, составив 34,1 % (ДИ 95 %: 19,6–48,7 %) ($p < 0,05$).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что СР относится к трудно развиваемым функциям организма. Уровень СР ниже среднего встречался достаточно часто у детей 1-го и 2-го классов. При этом у второклассников он отмечался реже, чем у первоклассников, что связано с естественными процессами роста и развития. Установлено различие между мальчиками и девочками в формировании СР. Для детей как 1-х, так и 2-х классов характерной закономерностью является более частая встречаемость уровня СР ниже среднего у мальчиков, чем у девочек.

Сопоставление уровней развития ММ, СКУ и СР позволяет сделать заключение о том, что для современных младших школьников характерен низкий уровень развития этих функций. Наиболее часто он отмечался у мальчиков, чем у девочек. При этом развитие ММ происходит более медленно, чем СКУ и СР. Если СКУ и СР с возрастом улучшаются, то показатели ММ, несмотря на более продолжительный период обучения у второклассников, не претерпевают существенных положительных изменений.

Полученные результаты следует использовать при разработке профилактических программ и технологий по развитию и совершенствованию механизмов формирования ММ у младших школьников. Целесообразно проводить такие исследования с участием детей старшего дошкольного возраста в связи с их подготовкой к школе.

Важность исследования развития ММ, СР и СКУ обусловлена их значимостью в формировании функциональной готовности детей к систематическому обучению [32]. Гигиенисты детства отмечают высокую распространенность функционально неготовых к систематическому обучению детей. Выявление таких детей ставит задачу создания для них в дальнейшем соответствующих педагогических и гигиенических условий, направленных на профилактику трудностей адаптации к систематическому обучению и последующей образовательной деятельности на начальном этапе

обучения, снижения функциональных возможностей организма является важной задачей гигиены и охраны здоровья детей и подростков, решение которой позволит сохранить здоровье детей на этапе их подготовки, адаптации к обучению в школе и систематического обучения.

К сожалению, в настоящее время исследований, посвященных данной проблеме, не так много, хотя их актуальность достаточно высока в связи с изменившимися условиями обучения, характеризующимися применением цифровых средств обучения в образовательном процессе, вытеснением ручного письма клавиатурным, при котором имеются специфические особенности моторного компонента движения. Перспективным направлением научных исследований является исследование закономерностей становления, развития и совершенствования ММ в условиях сокращения времени ручного письма и увеличения времени клавиатурного письма в бюджете времени урока и учебного дня.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что для современных младших школьников характерен уровень развития ММ, СКУ и СР ниже среднего. Наиболее часто он отмечался у мальчиков, чем у девочек. Развитие ММ происходит более медленно, чем СКУ и СР. Результаты рекомендуют использовать при разработке профилактических программ и технологий по развитию и совершенствованию механизмов формирования ММ, СКУ и СР с целью повышения функциональной готовности детей к обучению в школе.

Список литературы

1. Куинджи Н.Н. Функциональная готовность ребенка к школе: ретроспектива и актуальность // Школа здоровья. 2009. № 5. С. 33–37.
2. Степанова М.И., Сазанюк З.И., Лашнева И.П. «Школьная зрелость» как важная предпосылка учебной деятельности // Детский сад: теория и практика. 2014. № 6. С. 6–13.
3. Кумарина Г.Ф. Здоровье школьника – категория педагогическая // Народное образование. 2012. № 4. С. 199–216.
4. Рыжкова В.В. Развитие психомоторики как фактор успешного обучения // Педагогический вестник Кубани. 2006. № 1. С. 35–38.
5. Стефанова Н.Л. Развитие мелкой моторики и речи у детей 3–7 лет. Волгоград: Учитель. 2011. 97 с.
6. Безбородова М.А. Научно-практические вопросы изучения психомоторных способностей младших школьников в учебной деятельности // Мир науки. Педагогика и психология 2020. Т. 8. № 6. С. 92.
7. Коренкова Н.Е. Разработка проблемы психомоторики на кафедре общей психологии и истории психологии московского гуманитарного университета // Научные труды московского гуманитарного университета 2018. № 1. С. 39–44. doi: 10.17805/trudy.2018.1.4
8. Costa HJ, Barcala-Furelos R, Abelairas-Gymez C, Arufe-Gir6ldez V. The influence of a structured physical education plan on preschool children's psychomotor development profiles. *Australas J Early Child.* 2015;40(2):68–77. doi: 10.1177/183693911504000209
9. Loras H. The effects of physical education on motor competence in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports (Basel).* 2020;8(6):88. doi: 10.3390/sports8060088
10. Battaglia G, Giustino V, Tabacchi G, et al. Effectiveness of a physical education program on the

- motor and pre-literacy skills of preschoolers from the training-to-health project: a focus on weight status. *Front Sports Act Living*. 2020;2:579421. doi: 10.3389/fspor.2020.579421
11. Боярская Л.А. Развитие психомоторики у детей с различным состоянием здоровья // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2009. Т. 1. № 4. С. 194–198.
 12. Бутко Г.А. Особенности психомоторики дошкольников с минимальными нарушениями развития // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2020. № 4. С. 41–44.
 13. Мищенко З.И. Развитие психомоторики детей дошкольного возраста с задержкой психического развития средствами психогимнастики // Интегративные тенденции в медицине и образовании. 2017. № 1-1. С. 87–93.
 14. Плаксунова Э.В. Исследование психомоторики у детей с аутизмом // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2009. № 4. С. 78–79.
 15. Сиголаева Л.М. Коррекция психомоторики аутичных детей // Проблемы современного педагогического образования. 2017. № 55-11. С. 302–309.
 16. Сироткина З.А. Формирование психомоторики детей с задержкой психического развития средствами фольклорных подвижных игр // Коррекционная педагогика: теория и практика. 2014. № 2. С. 39–43.
 17. Esteban MDH, Avi MR, Muniz MJ. Theoretical basis for the elaboration of an educational program of psycho-motor intervention in children with ADHD. *Revista de Educacion Inclusiva*. 2018;11(1):277–293.
 18. Fotiadou EG, Neofotistou KH, Giagazoglou PF, Tsimaras VK. The effect of a psychomotor program on static balance of children with intellectual disability. *J Strength Cond Res*. 2017;31(6):1702–1708. doi: 10.1519/JSC.0000000000001612
 19. Moorthy RS, Pugazhenth S. Teaching psychomotor skills to autistic children by employing a robotic training kit: a pilot study. *Int J Soc Robot*. 2016;9(1):97–108. doi: 10.1007/s12369-016-0375-6
 20. Frazao A, Santos S, Lebre P. Psychomotor intervention practices for children with autism spectrum disorder: a scoping review. *J Autism Dev Disord*. 2021. doi: 10.1007/s40489-021-00295-2
 21. Yamaguchi B, Silva AZ, de Araujo LB, Guimarras ATB, Israel VL. Psychomotor evaluation of children attending Child Education Centers in the south of Brazil. *Early Child Dev Care*. 2021;191(11):1707–1714. doi: 10.1080/03004430.2019.1672165
 22. Stepanchenko NI, Hrybovska IB, Danylevych MV, Hryboskyi RV. Aspects of psychomotor development of primary school children with hearing loss from the standpoint of Bernstein's theory of movement construction. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*. 2020;24(3):151–156. doi: 10.15561/26649837.2020.0308
 23. Kurowska K. Abnormal psychomotor development of children. Part I: The basic definition and information. *Pediatrica i Medycyna Rodzinna*. 2018;14(2):143–150. doi: 10.15557/PiMR.2018.0014
 24. Abate M, Pallonetto L, Palumbo C. The effectiveness of motor activity on psychomotor development in school-aged children. *J Hum Sport Exerc*. 2020;15(Proc2):S222–S231. doi: 10.14198/jhse.2020.15.Proc2.13
 25. Храмцов П.И., Березина Н.О. Модифицированная методика оценки психомоторного развития младших школьников // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2021. № 2. С. 48–52.
 26. Храмцов П.И. Влияние форм организации обучения на развитие функций вестибулярной системы у младших школьников // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 11 (320). С. 9–11.
 27. Храмцов П.И. Исследование вестибулярной устойчивости и сформированности графического навыка письма у младших школьников // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2020. № 3. С. 39–44.
 28. Вятлева О.А. Изменение способов письма в цифровой среде и их последствия для обучения детей. Педагогика. 2021. Т. 85. № 8. С. 69–76.
 29. Van der Meer ALH, Van der Weel FR. Only three fingers write, but the whole brain works: a high-density EEG study showing advantages of drawing over typing for learning. *Front Psychol*. 2017;8:706. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00706
 30. Mueller PA, Oppenheimer DM. The pen is mightier than the keyboard: advantages of longhand over laptop note taking. *Psychol Sci*. 2014;25(6):1159–1168. doi: 10.1177/0956797614524581

References

1. Kuindzhi NN. [Functional readiness of the child for school: a retrospective and relevance.] *Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2009;(5):33–36. (In Russ.)
2. Stepanova MI, Lashneva IP, Sazanyuk ZI. ["School maturity" as an important prerequisite for educational activity.] *Deitskiy Sad: Teoriya i Praktika*. 2014;(6):6–13. (In Russ.)
3. Kumarina GF. [Schoolchildren's health — a category of pedagogics.]. *Narodnoe Obrazovanie*. 2012;(4):199–217. (In Russ.)
4. Ryzhkova VV. [Development of psychomotor skills as a determinant of successful learning.] *Pedagogicheskiy Vestnik Kubani*. 2006;(1(35)):122–125. (In Russ.)
5. Stefanova NL. [Development of fine motor skills and speech in children aged 3–7 years.] Volgograd: Uchitel' Publ.; 2012. (In Russ.)
6. Bezborodova MA. Scientific and research considerations of studying younger schoolchildren psychomotor abilities in educational activities. *Mir Nauki. Pedagogika i Psikhologiya*. 2020;8(6):92. (In Russ.)
7. Korenkova NE. Development of the psychomotorics issue at the department of general psychology and the history of psychology of Moscow University for the Humanities. *Nauchnye Trudy Moskovskogo Gumanitarnogo Universiteta*. 2018;(1):39–44. (In Russ.) doi: 10.17805/trudy.2018.1.4
8. Costa HJ, Barcala-Furelos R, Abelairas-Gymez C, Arufe-Giróldez V. The influence of a structured physical education plan on preschool children's psychomotor development profiles. *Australas J Early Child*. 2015;40(2):68–77. doi: 10.1177/183693911504000209
9. Loras H. The effects of physical education on motor competence in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports (Basel)*. 2020;8(6):88. doi: 10.3390/sports8060088
10. Battaglia G, Giustino V, Tabacchi G, et al. Effectiveness of a physical education program on the motor and pre-literacy skills of preschoolers from the training-to-health project: a focus on weight status. *Front Sports Act Living*. 2020;2:579421. doi: 10.3389/fspor.2020.579421
11. Boyarskaya LA. [Development of psychomotor skills in children with different health status.] *Zdorov'e — Osnova Chelovecheskogo Potentsiala: Problemy i Puti Ikh Resheniya*. 2009;4(1):194–198. (In Russ.)
12. Butko GA, Shashkina GR, Kuznetsova GV. Psychomotor skills of preschoolers with minor developmental disorders. *Fizicheskaya Kul'tura: Vospitanie, Obrazovanie, Trenirovka*. 2020;(4):41–44. (In Russ.)
13. Mishchenko ZI. The psychomotor development of preschool children with delay of mental development by means of psihogimnastiki. *Integrativnye Tendentsii v Meditsine i Obrazovanii*. 2017;1-1:87–93. (In Russ.)

14. Plaxunova EV. Study of psychomotor activity of children with autism. *Fizicheskaya Kul'tura: Vospitanie, Obrazovanie, Trenirovka*. 2009;(4):78–79. (In Russ.)
15. Sigolaeva LM. [Correction of psychomotor skills of autistic children.] *Problemy Sovremennogo Pedagogicheskogo Obrazovaniya*. 2017;(55-11):302–309. (In Russ.)
16. Sirotkina ZA. [Formation of psychomotor skills of children with mental retardation by means of folklore outdoor games.] *Korreksionnaya Pedagogika: Teoriya i Praktika*. 2014;(2(60)):39–43. (In Russ.)
17. Esteban MDH, Avi MR, Muniz MJ. Theoretical basis for the elaboration of an educational program of psycho-motor intervention in children with ADHD. *Revista de Educacion Inclusiva*. 2018;11(1):277–293.
18. Fotiadou EG, Neofotistou KH, Giagazoglou PF, Tsimaras VK. The effect of a psychomotor program on static balance of children with intellectual disability. *J Strength Cond Res*. 2017;31(6):1702–1708. doi: 10.1519/JSC.0000000000001612
19. Moorthy RS, Pugazhenth S. Teaching psychomotor skills to autistic children by employing a robotic training kit: a pilot study. *Int J Soc Robot*. 2016;9(1):97–108. doi: 10.1007/s12369-016-0375-6
20. Frazao A, Santos S, Lebre P. Psychomotor intervention practices for children with autism spectrum disorder: a scoping review. *J Autism Dev Disord*. 2021. doi: 10.1007/s40489-021-00295-2
21. Yamaguchi B, Silva AZ, de Araujo LB, Guimarras ATB, Israel VL. Psychomotor evaluation of children attending Child Education Centers in the south of Brazil. *Early Child Dev Care*. 2021;191(11):1707–1714. doi: 10.1080/03004430.2019.1672165
22. Stepanchenko NI, Hrybovska IB, Danylevych MV, Hryboskyi RV. Aspects of psychomotor development of primary school children with hearing loss from the standpoint of Bernstein's theory of movement construction. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*. 2020;24(3):151–156. doi: 10.15561/26649837.2020.0308
23. Kurowska K. Abnormal psychomotor development of children. Part I: The basic definition and information. *Pediatrica i Medycyna Rodzinna*. 2018;14(2):143–150. doi: 10.15557/PiMR.2018.0014
24. Abate M, Pallonetto L, Palumbo C. The effectiveness of motor activity on psychomotor development in school-aged children. *J Hum Sport Exerc*. 2020;15(Proc2):S222–S231. doi: 10.14198/jhse.2020.15.Proc2.13
25. Khramtsov PI, Berezina NO. Modified methodology for assessing the psychomotor development in primary schoolchildren. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2021;(2):48–52. (In Russ.)
26. Khramtsov PI. Influence of education organization forms on development vestibular system functions of junior pupil. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;(11(320)):9–11. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-320-11-9-11
27. Khramtsov PI. Study of vestibular stability and formation of graphic writing skills in primary school children. *Voprosy Shkol'noy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2020;(3):39–44. (In Russ.)
28. Vyatleva OA. Changes in the ways of writing in the digital environment and their implications for children's learning. *Pedagogika*. 2021;85(8):69–76. (In Russ.)
29. Van der Meer ALH, Van der Weel FR. Only three fingers write, but the whole brain works: a high-density EEG study showing advantages of drawing over typing for learning. *Front Psychol*. 2017;8:706. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00706
30. Mueller PA, Oppenheimer DM. The pen is mightier than the keyboard: advantages of longhand over laptop note taking. *Psychol Sci*. 2014;25(6):1159–1168. doi: 10.1177/0956797614524581





© Коллектив авторов, 2021

УДК 613.65

Гигиеническая характеристика электронной информационно-образовательной среды и риск ее влияния на психическое состояние студентов с миопией различной степени

Н.П. Сетко, Р.В. Коршунова, Е.В. Булычева

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Советская, д. 6, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация

Резюме

Введение. Условия учебной деятельности и образ жизни студентов медицинских университетов, сопряженные с активным внедрением электронно-образовательных ресурсов, информационно-коммуникационных технологий и формированием цифровой среды, в настоящее время определили проблему сохранения психоэмоционального благополучия студентов. Особенно актуальна эта проблема среди студентов, страдающих миопией, поскольку в комплексе действия факторов новой цифровой образовательной среды на психоэмоциональное благополучие потенцирующий неблагоприятный эффект их влияния оказывает неадекватность зрительной нагрузки на функциональные возможности зрительного анализатора.

Цель – дать гигиеническую характеристику электронной информационно-образовательной среде и оценить риск ее влияния на психическое здоровье студентов с миопией различной степени.

Материалы и методы. У 1100 студентов медицинского университета проведена оценка напряженности учебного процесса и анализ данных о виде, кратности и целях использования информационно-коммуникационных средств при обучении и во внеучебное время. У 168 здоровых студентов и у 138 студентов с миопией проведена оценка психического здоровья анкетным методом с определением типа акцентуации характера, уровня тревожности, негативных эмоциональных переживаний в учебной и повседневной деятельности.

Результаты исследования. У студентов медицинского университета отмечена напряженная 1-й степени учебная деятельность на фоне использования каждым вторым студентом в учебных целях электронных средств продолжительностью до 4,8 часа в сутки и дополнительной зрительной нагрузки у 93,6 % студентов за счет использования мобильного телефона для посещения социальных сетей более 5 раз в сутки, где суммарная продолжительность у каждого третьего составляла от 25 до 50 минут в сутки. Установлено, что наличие и степень миопии определяют тревожно-педантичный тип акцентуации характера, а также увеличение в повседневной деятельности уровня тревожности в 1,3 раза; в учебной деятельности снижение уровня тревожности в 1,7 раза и повышение уровня негативных эмоциональных переживаний в 1,3 раза.

Заключение. В условиях напряженной учебной деятельности и активного использования студентами информационно-коммуникационных средств в учебной и повседневной деятельности установлены факторы риска ухудшения психического состояния у студентов, в том числе имеющие миопию, что формирует необходимость дифференцированного подхода к гигиенической экспертизе и регламентации различных видов деятельности учебного процесса с целью профилактики формирования и прогрессирования миопии у студентов высшего профессионального медицинского образования.

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, миопия, студенты, психическое здоровье.

Для цитирования: Сетко Н.П., Коршунова Р.В., Булычева Е.В. Гигиеническая характеристика электронной информационно-образовательной среды и риск ее влияния на психическое состояние студентов с миопией различной степени // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 48–55. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-48-55>

Сведения об авторах:

Сетко Нина Павловна – д.м.н., профессор, заведующая кафедрой профилактической медицины; e-mail: nina.setko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-2164>.

✉ **Коршунова** Раиса Викторовна – ассистент кафедры профилактической медицины; e-mail: raya.pashinina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2936-031X>.

Булычева Екатерина Владимировна – к.м.н., доцент, доцент кафедры профилактической медицины; e-mail: e-sosnina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2915-2046>.

Информация о вкладе авторов: Сетко Н.П. – разработка дизайна исследования, редактирование текста рукописи; Коршунова Р.В. – получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста рукописи; Булычева Е.В. – сбор и обработка данных, написание текста рукописи, рисунки.

Финансирование: исследование выполнялось в рамках научно-исследовательской работы пер. № 121031300059-9, исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике «Локальный этический комитет ФГБОУ ВО ОРГМУ Минздрава России» № 229 от 5 июня 2019 г. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Статья получена: 26.01.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Hygienic Characteristics of the Digital Information and Educational Environment and the Risk of Its Mental Health Impacts in Students with Different Degrees of Myopia

Nina P. Setko, Raisa V. Korshunova, Ekaterina V. Bulycheva

Orenburg State Medical University, 6 Sovetskaya Street, Orenburg, 460000, Russian Federation

Summary

Introduction: Today, educational conditions and the lifestyle of students of medical universities, coupled with active introduction of electronic educational resources, information and communication technologies and development of a digital environment, pose a challenge of maintaining psycho-emotional wellbeing of students. This problem is especially relevant among students with myopia since, inter alia, the increasing visual load has a potential adverse effect on their mental and emotional health.

Objective: to give a hygienic characteristic of electronic information and educational environment and to assess its risk on students' mental health with myopia of varying degrees.

Materials and methods: We assessed intensity of the educational process of 1,100 first to third-year students (aged 17 to 25 years) of the Orenburg State Medical University and analyzed data on the type, frequency and purpose of their using information and communication tools for study and leisure. We also conducted a questionnaire-based survey of 168 healthy students and 138 students with myopia to assess their mental health and determine the type of character accentuation, the anxiety level, and negative emotional experiences in educational and everyday life.

Results: We observed very intensive educational activities of the medical students against the background of the use of electronic gadgets by every second student for educational purposes lasting up to 4.8 hours a day and additional visual load due to the use of a mobile phone by 93.6 % of students to visit social network sites more than five times a day with the total duration for every third person ranging from 25 to 50 minutes a day. We established that the presence and degree of myopia determined the anxious-pedantic type of character accentuation and a 1.3-fold increase in the anxiety level in everyday activities. In educational activities, it resulted in a 1.7-fold decrease in the level of anxiety and a 1.3-fold increase in the level of negative emotional experiences.

Conclusion: We established mental health risk factors of intense educational activities and an extensive use of information and communication tools by the students, including those with myopia, for study and leisure. Our findings prove the necessity of a differentiated approach to hygienic examination and regulation of various types of activities of the educational process in order to prevent the development and progression of myopia in medical university students.

Keywords: information and educational environment, myopia, students, mental health.

For citation: Setko NP, Korshunova RV, Bulychева EV. Hygienic characteristics of the digital information and educational environment and the risk of its mental health impacts in students with different degrees of myopia. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):48–55. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-48-55>

Author information:

Nina P. Setko, Dr. Sci. (Med.), Professor; Head of the Department of Preventive Medicine, Orenburg State Medical University; e-mail: nina.setko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-2164>.

✉ Raisa V. Korshunova, Assistant, Department of Preventive Medicine, Orenburg State Medical University; e-mail: raya.pashinina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2936-031X>.

Ekaterina V. Bulychева, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Preventive Medicine, Orenburg State Medical University; e-mail: e-sosnina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2915-2046>.

Author contributions: Setko N.P. developed the study conception and design; Korshunova R.V. collected and analyzed data and wrote the manuscript; Bulychева E.V. collected and analyzed data, wrote the manuscript and prepared figures; all authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the manuscript.

Funding information: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Respect for patients' rights and rules of bioethics: The study design was approved by the Local Ethics Committee of the Orenburg State Medical University, Minutes No. 229 of June 2019, 5. All patients signed informed consent to participate in the study

Received: January 26, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Условия учебной деятельности и образа жизни студентов высших образовательных учреждений характеризуются высоким уровнем информационных нагрузок, интенсификацией обучения в связи с активным внедрением в вузы электронно-образовательных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий, которые не всегда адекватны физиологическим возможностям организма [1–4]. Появление электронного обучения вызвало рост интенсивности интеллектуальной деятельности студентов, в том числе дополнительное увеличение зрительной и статической нагрузок, выраженный психологический дискомфорт, вследствие чего у обучающихся отмечаются нарушения памяти, бессонница, нарушения зрения, головные боли, хроническая усталость, депрессивное состояние [5–8]. При этом известно, что обучение в медицинском образовательном учреждении высшего образования в сравнении с другими вузами сопровождается более высокими учебными нагрузками, особенно на младших курсах, и приводят к изменению динамических стереотипов и образа жизни студентов, направленных на приобретение знаний и практических навыков в рамках как аудиторной, так и внеаудиторной работы [9–10].

В настоящее время актуальной является регламентация не только количественного аспекта учебной нагрузки, но и качественной характеристики учебного процесса, особенно его напряженности [11, 12]. Вместе с тем до настоящего времени интенсификация учебного процесса рассматривалась не как гигиенический, а как педагогический аспект организации образования в высших учебных заведениях, вследствие чего отсутствует контроль за напряженностью обучения, что приводит к росту заболеваемости среди обучающихся [13–15]. Дополнительными факторами риска развития психоэмоционального дискомфорта у юношей и девушек, обучающихся в высших учебных заведениях, являются факторы, связанные с отрывом студента от семьи, с новым коллективом сверстников, новым составом преподавателей, сменой уклада жизни, изменениями требований к

самому студенту. При этом степень выраженности психоэмоционального неблагополучия у студента во многом зависит от его исходного уровня психического здоровья, стрессоустойчивости и наличия сопутствующей соматической патологии [16–20] и определяет актуальность и необходимость исследования компонентов психического здоровья, задействованных в учебном процессе.

Цель исследования — дать гигиеническую характеристику электронной информационно-образовательной среде и оценить риск ее влияния на психическое здоровье студентов с миопией различной степени.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка напряженности учебного труда была исследована по методике В.Р. Кучмы, Е.А. Ткачук, Н.В. Ефимовой [21] с определением класса напряженности интеллектуальных, сенсорных, эмоциональных нагрузок, режима и монотонности учебного труда. Для уточнения уровня зрительной нагрузки в учебное и внеучебное время у 1100 студентов в возрасте от 17 до 25 лет с 1-го по 3-й курсы лечебного факультета Оренбургского медицинского университета проведена оценка частоты и продолжительности использования электронных и печатных средств получения информации по опроснику Н.П. Сетко и соавт. (2016), а также проведен сравнительный анализ полученных данных у студентов в зависимости от наличия и степени миопии.

Психическое здоровье исследовано у 169 здоровых студентов, у 138 студентов со слабой степенью миопии и у 110 студентов со средней степенью миопии путем их компьютерного анкетирования и автоматической обработки полученных ответов с определением уровня тревожности, негативных эмоциональных переживаний, познавательной активности по опроснику Ч.Д. Спилберга (STPI – State Trail Personal Inventory) в модификации А.Д. Андреевой (1988). Тип акцентуации характера оценивался анкетным методом по опроснику А.Е. Личко (1977), который включал 143 утверждения, составляющих 10 диагностических и одну контрольную шкалу (шкалу лжи). Социально-психологическая адаптация студентов также

исследована анкетным методом А.А. Баранова и соавт. [22], позволившим определить нарушения социально-психологической адаптации в учебной, коммуникативной и поведенческой сферах. Статистическая обработка данных проводилась методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием программы Statistica 10.0.

Результаты исследования. В результате проведенных исследований установлено, что учебный процесс у студентов медицинского университета является напряженным 1-й степени (класс 3.1.) и составляет $2,7 \pm 0,53$ балла. Напряженность учебного процесса у обследуемых студентов формировалась преимущественно за счет сенсорных ($3,5 \pm 0,44$ балла) и интеллектуальных нагрузок ($2,6 \pm 0,52$ балла) (рис. 1).

Сенсорные нагрузки на учебных занятиях у студентов медицинского вуза являлись напряженными 2-й степени (класс 3.2) и формировались за счет 7 показателей, высокая балльная оценка которых формировалась преимущественно за счет нагрузки на зрительный анализатор. Так, средние значения балльной оценки длительности сосредоточенного наблюдения составили $3,9 \pm 0,36$ балла; плотность информационных сообщений — $3,6 \pm 0,55$ балла; размер объекта различения — $3,8 \pm 0,49$ балла; тип и количество используемых в течение учебных занятий средств обучения — $3,8 \pm 0,25$ балла; работа с оптическими приборами — $3,8 \pm 0,97$ балла; наблюдение за экранами видеотерминалов — $3,8 \pm 0,55$ балла; нагрузка на слуховой анализатор — $3,4 \pm 0,27$ балла.

Интеллектуальные нагрузки учебного процесса у обследуемых студентов формировались за счет работы в условиях недостатка времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат ($3,8 \pm 0,88$ балла), которая являлась напряженной 2-й степени (класс 3.2). Остальные показатели интеллектуальных нагрузок учебного процесса относились к средней степени напряженности (класс 2) ($2,5 \pm 0,86$ балла — решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам; $2,5 \pm 0,53$ балла — восприятие сигналов и их оценка; $1,5 \pm 0,37$ балла — обработка и проверка выполнения задания).

Допустимыми являлись также компоненты образовательного процесса, такие как режим работы на учебных занятиях (класс 2), что подтверждается данными его балльной оценки — $2,3 \pm 0,43$ балла, эмоциональные нагрузки на учебных занятиях (класс 2) — $2,3 \pm 0,49$ балл и показатели монотонности учебного процесса (класс 2) — $2,1 \pm 0,83$ балла.

В современном высшем образовании особое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, однако гигиеническое регламентирование учебной нагрузки направлено только на учет аудиторных часов. Анкетирование студентов медицинского вуза показало, что доля времени от общего бюджета времени, которое студенты тратили на подготовку к учебным занятиям, составляла в среднем $3,8 \pm 0,1$ часа. Продолжительность подготовки к занятиям практически не отличалась у студентов исследуемых групп и составила $3,9 \pm 0,1$ часа среди студентов с миопией и $3,5 \pm 0,1$ часа у здоровых студентов, $p \leq 0,05$.

Установлено, что у 73,2 % студентов с миопией и у 69,2 % здоровых студентов подготовка к учебным занятиям занимала более 4 часов; от 1 до 2 часов учебные занятия во внеаудиторное время занимали у 24,5 % студентов с миопией и у 27,1 % здоровых студентов.

Обращает на себя внимание тот факт, что 73,9 % студентов с миопией и 65,4 % здоровых студентов предпочитали при обучении использовать печатную литературу (рис. 2). В то же время от 42,8 % здоровых до 49,4 % студентов с миопией использовали при обучении компьютерные источники информации. При этом телефоном пользовались 21,5 % студентов с миопией и 16,8 % здоровых студентов.

Показано, что средняя продолжительность чтения учебной литературы с помощью печатных изданий занимала у студентов с миопией $4,8 \pm 1,2$ часа, у здоровых студентов — $3,1 \pm 0,9$ часа ($p \leq 0,05$). Длительность работы с электронными средствами в учебных целях в среднем составляла среди студентов с миопией и здоровых обследуемых: на компьютере соответственно $2,5 \pm 0,5$ и $3,5 \pm 0,8$ часа ($p \leq 0,05$); на телефоне — $3,3 \pm 0,5$ и $1,5 \pm 0,9$ часа ($p \leq 0,05$); на планшете — $1,5 \pm 0,3$ и $1,3 \pm 0,5$ часа ($p \geq 0,05$) (таблица).

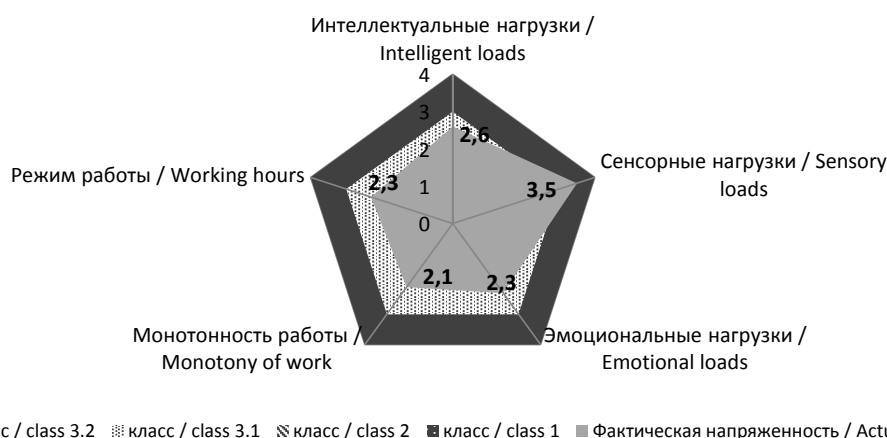


Рис. 1. Гигиеническая оценка напряженности учебного процесса у студентов медицинского вуза, баллы: класс 1 — оптимальная (легкая) напряженность; класс 2 — допустимая (средняя) напряженность; класс 3.1 — выраженная напряженность 1-й степени; класс 3.2 — выраженная напряженность 2-й степени

Fig. 1. Hygienic assessment of intensity of the educational process in medical university students, points: class 1 — optimal (light) tension; class 2 — permissible (moderate) tension; class 3.1 — pronounced tension of degree 1; class 3.2 — pronounced tension of degree 2

Дополнительную умственную и зрительную нагрузку студенты имели при чтении художественной литературы и общении в социальных сетях. Установлено, что 79,7 % обследуемых студентов с миопией и 82,2 % здоровых студентов тратили свое свободное время на чтение художественной литературы. При этом в структуре предпочтения средств, используемых для чтения, лидируют электронные средства (54,3 % среди студентов с миопией и 55,4 % среди здоровых студентов), и только 45,7 и 44,6 % студентов соответственно используют печатные издания; 43,6 % студентов с миопией и 44,1 % здоровых студентов в свободное время общаются в социальных сетях, 93,6 % студентов посещали социальные сети с телефона более 5 раз в сутки, где средняя продолжительность одного сеанса в интернете составляла у каждого третьего студента (37,9 %) 5–10 минут, и такое же количество обследуемых (37,9 % студентов)

отметили, что тратили в среднем 30–60 минут на этот вид деятельности (рис. 3).

При исследовании личностных особенностей студентов установлено, что лишь 12,9 % студентов не имели акцентуации характера, тогда как у 87,1 % студентов определено чрезмерное усиление отдельных черт характера, свидетельствующее о том, что студент не всегда может справиться с трудностями в учебе, в общении с преподавателями и однокурсниками, самостоятельно организовать свободное время, что требует «увязки» особенностей акцентуации характера с организацией учебного процесса и педагогической помощи таким студентам. Установлено, что у студентов медицинского университета ведущим типом акцентуации характера был тревожно-педантичный (43,2 %); второе место занимал демонстративный тип (20,8 %), который характеризовался стремлением утвердиться во всех сферах с активным привлечением к своей личности

Таблица. Продолжительность использования различных средств для чтения учебной литературы (часы)

Table. Duration of the use of various means for reading educational literature (hours)

№	Наименование средств чтения / Reading tools	Группы студентов / Groups of students	
		Студенты с миопией / Students with myopia	Здоровые студенты / Healthy students
1	Печатные издания / Printed editions	4,8 ± 1,2	3,1 ± 0,9*
2	Компьютер / Computer	2,5 ± 0,5	3,5 ± 0,8*
3	Планшет / Tablet	1,5 ± 0,3	1,3 ± 0,5*
4	Телефон / Smartphone	3,3 ± 0,5	1,5 ± 0,9*

Примечание: * $p \leq 0,05$ при сравнении данных двух исследуемых групп.

Note: * $p \leq 0.05$ for intergroup comparison.

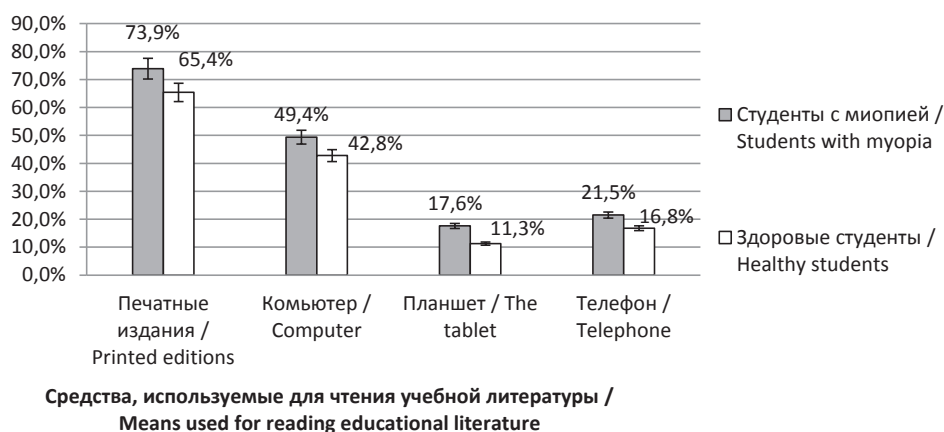


Рис. 2. Процент студентов, использующих различные средства при чтении учебной литературы (%)

Fig. 2. Percentage of students using various means when reading academic literature (%)

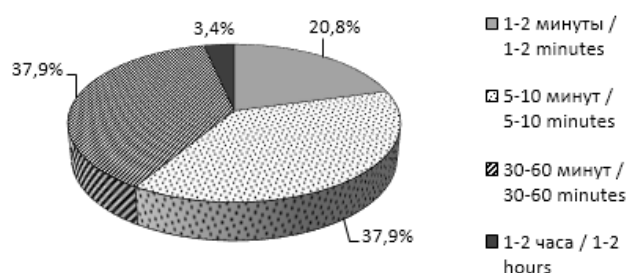


Рис. 3. Распределение студентов в зависимости от средней продолжительности одного сеанса при посещении социальных сетей с мобильного телефона (%)

Fig. 3. Distribution of students by the average session duration when visiting social network sites from a smartphone (%)

внимания окружающих любыми способами; а третье место — гипертимный тип (13,4 %). Студенты, имеющие гипертимный тип акцентуации характера, обладают выраженным упорством, настойчивостью, смелостью и решительностью. Для эмоционального напряжения таким студентам необходим сильный эмоциональный раздражитель. При этом у таких студентов отмечается эмоциональная лабильность, но формирующееся психоэмоциональное состояние не нарушает эффективности общения и деятельности, а эмоциональный фон оценивается преимущественно как положительный.

Показано, что в структуре типов акцентуаций характера у студентов без миопии и со слабой степенью миопии на первом месте установлен гипертимный тип (43,3 и 28,7 %), тогда как среди студентов со средней степенью миопии ведущее место занимал демонстративный тип акцентуации характера (45,7 %) (рис. 4).

На втором месте у здоровых студентов и со слабой степенью миопии определен неустойчивый тип акцентуации (19,4 и 16,4 %), а у студентов со средней степенью миопии — тревожно-педантичный тип акцентуации характера (22,5 %). Среди последних в 11,8 % случаев выявлена астено-невротическая акцентуация характера, тогда как

здоровых студентов с таким типом акцентуации не было, а среди студентов со слабой степенью миопии этот тип акцентуации выявлен лишь в 2,4 % случаях.

Показано, что в среднем уровень тревожности этого показателя составлял $16,8 \pm 1,15$ балла. При этом в повседневной и учебной деятельности достоверных различий в балльной оценке не выявлено, средние значения составляли соответственно $15,5 \pm 1,08$ и $16,1 \pm 1,11$ балла, $p \geq 0,05$. Распределение студентов в зависимости от уровня тревожности в повседневной и учебной деятельности практически не отличался, количество обследуемых с высоким уровнем тревожности в обычной и в повседневной жизни составило 14,4 и 14,0 % студентов.

Уровень тревожности в исследуемых сферах деятельности имел особенности в зависимости от наличия и степени миопии у студентов (рис. 5).

Выявлено, что с увеличением степени миопии относительно данных здоровых студентов у обследуемых со средней степенью миопии отмечено достоверное увеличение уровня тревожности в повседневной деятельности с $14,1 \pm 1,10$ до $18,7 \pm 1,18$ балла, $p \leq 0,05$, и снижение уровня тревожности в учебной деятельности с $16,6 \pm 0,13$ до $9,5 \pm 1,21$ балла, $p \geq 0,05$.

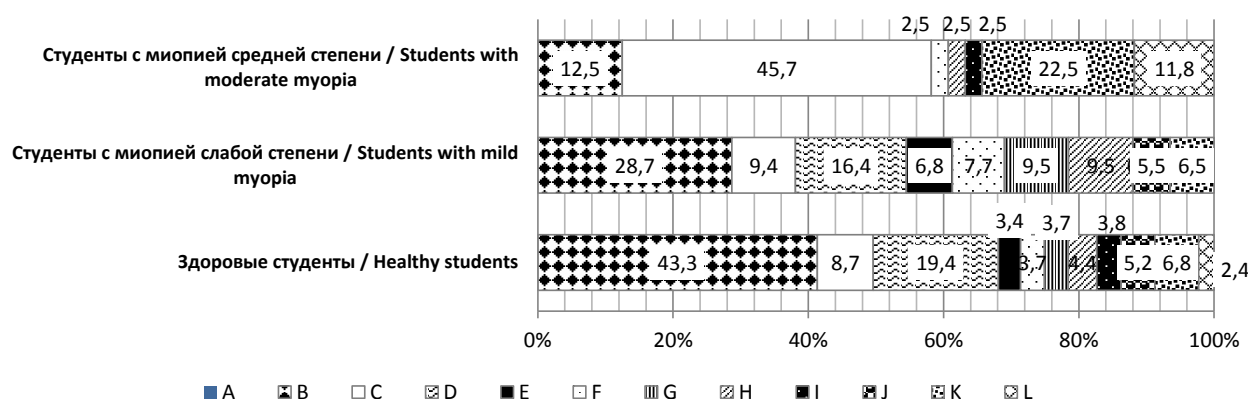


Рис. 4. Распределение студентов с различными типами акцентуации характера в зависимости от наличия и степени миопии (%): А — смешанная лабильно-сенситивная; В — гипертимная; Г — демонстративная; Д — неустойчивая; Е — циклоидная; Ж — возбудимая; З — сенситивная; И — интровертированная; К — смешанная; Л — тревожно-педантичная; М — астено-невротическая

Fig. 4. Distribution of students with different types of character accentuation by the presence and degree of myopia (%): A — mixed labile-sensitive; B — hyperthymic; C — demonstrative; D — unstable; E — labile; F — cycloid; G — excitable; H — sensitive; I — introverted; J — mixed; K — anxious-pedantic; L — astheno-neurotic

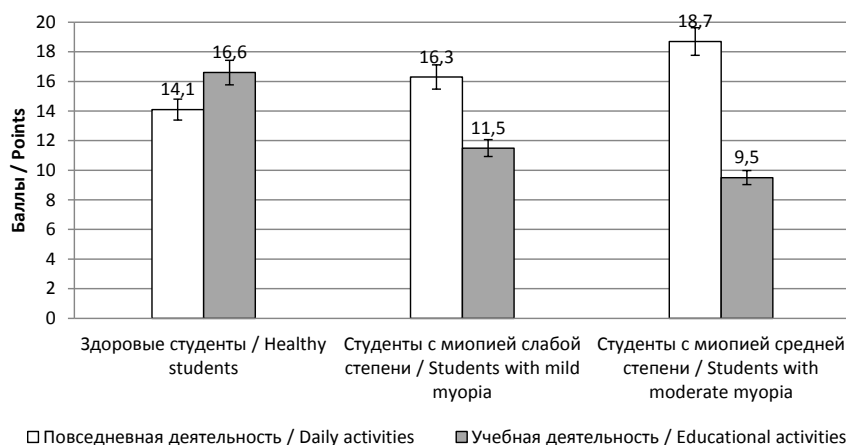


Рис. 5. Показатели тревожности в повседневной и учебной деятельности у студентов в зависимости от наличия и степени выраженности миопии (баллы)

Fig. 5. Indicators of anxiety in everyday and educational activities in the students depending on the presence and severity of myopia (points)

В сравнении с данными здоровых студентов отмечено увеличение удельного веса студентов с высоким уровнем тревожности в повседневной жизни с 12,7 до 23,4 % обследуемых и снижение количества студентов с таким же уровнем тревожности в учебной деятельности с 13,3 до 1,5 % обследуемых. С одной стороны, снижение числа студентов с низким уровнем тревожности на учебных занятиях может являться по своей сути охранительным механизмом от чрезмерного психоэмоционального напряжения у учащихся, а с другой стороны – препятствием стремлению к обучению, получению новых знаний и закреплению информации. Дополнительно низкая тревожность может быть еще и обусловлена, по всей вероятности, осознанием студентом того, что учебный процесс и его участники не вызывают у него негативных эмоциональных переживаний.

Уровень негативных эмоциональных переживаний в среднем у студентов составил $15,5 \pm 1,17$ балла, при этом среднее значение негативных эмоциональных переживаний в повседневной жизни составило $10,1 \pm 0,92$ балла, а в учебной деятельности – $16,4 \pm 0,88$ балла. В связи с этим количество студентов с высоким уровнем тревожности было в 1,6 раза больше в учебной сфере, чем в повседневной деятельности.

Во всех исследуемых группах студентов определено превышение уровня негативных эмоциональных переживаний в учебной деятельности по сравнению с повседневной в 1,2 раза среди здоровых студентов, в 1,5 раза среди студентов с миопией слабой степени и в 1,7 раза среди студентов с миопией средней степени (рис. 6).

При этом уровень негативных эмоциональных переживаний на учебных занятиях у студентов с миопией средней степени достоверно отличался от данных здоровых студентов и составил соответственно $17,5 \pm 1,17$ и $13,1 \pm 1,09$ балла ($p \leq 0,05$). Уровень негативных эмоциональных переживаний в повседневной деятельности у студентов исследуемых групп был практически на одном уровне и составлял от $10,4 \pm 1,07$ балла у студентов со средней степенью миопии до $11,3 \pm 1,12$ балла у студентов со слабой степенью миопии ($p \geq 0,05$).

Низкий уровень негативных эмоциональных переживаний в повседневной жизни выявлен у 34,8 % здоровых студентов, у 35,9 % студентов с миопией слабой степени и у 31,2 % студентов с миопией средней степени. Высокий уровень

негативных эмоциональных переживаний в повседневной жизни определен у 12,9 % здоровых студентов, у 10,0 % студентов с миопией слабой степени и у 12,6 % студентов с миопией средней степени. На учебных занятиях количество студентов с высоким уровнем негативных эмоциональных переживаний было максимальным на уровне 46,6 % среди студентов со средней степенью миопии и минимальным среди 33,5 % здоровых обследуемых.

Вероятно, описанный факт увеличения уровня негативных эмоциональных переживаний в учебной сфере, сопровождающийся ростом числа учащихся с высоким уровнем этого психологического состояния относительно данных здоровых студентов, связан с тем, что на учебных занятиях студенты с нарушением зрения испытывают большие сложности в восприятии информации, чем здоровые студенты. Длительное психоэмоциональное напряжение, сопровождающееся негативным эмоциональным фоном, может являться фактором риска проявления агрессивных форм поведения [23].

Важно отметить, что период обучения в высшем учебном заведении характеризуется выраженной социализацией личности, существенными изменениями интеллектуального и эмоционального развития, механизмами саморегулирования и формирования личности и адекватного поведения в социальной среде. Установлено, что 35,2 % обследованных студентов имели социально-психологическую дезадаптацию в коммуникативной сфере, а 14,8 % студентов – в поведенческой сфере. По мере прогрессирования миопии отмечена тенденция к увеличению числа обследуемых с социально-психологической дезадаптацией в коммуникативной сфере с 41,9 % среди здоровых учащихся до 48,2 % студентов, имевших миопию средней степени; а в поведенческой сфере – с 15,6 % среди здоровых учащихся до 28,3 % студентов со средней степенью миопии (рис. 7).

Заключение. Таким образом, установлено, что приоритетными факторами, влияющими на психическое здоровье студентов медицинского университета, являются высокий уровень учебных зрительных и интеллектуальных нагрузок, напряженность учебного процесса как в учебное, так и внеучебное время, связанное с длительной подготовкой к учебным занятиям с использованием компьютеров и гаджетов и посещением социальных сетей более 5 раз в сутки. Выявлены особенности

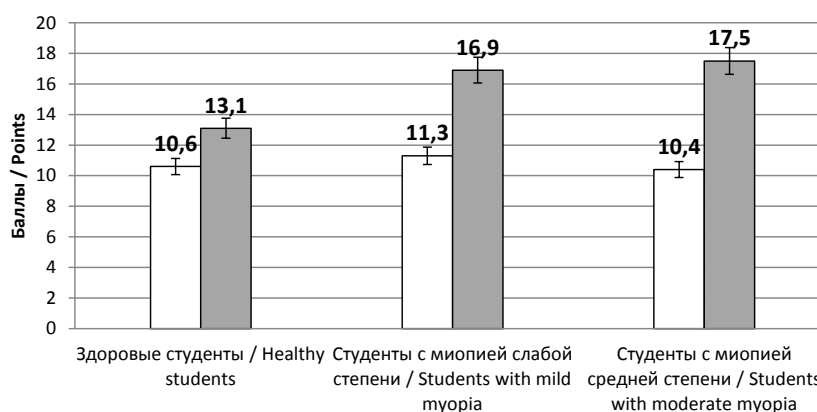


Рис. 6. Показатели негативных эмоциональных переживаний в повседневной и в учебной деятельности у студентов в зависимости от наличия и степени миопии (баллы)

Fig. 6. Indicators of negative emotional experiences in everyday and educational activities in the students depending on the presence and severity of myopia (points)

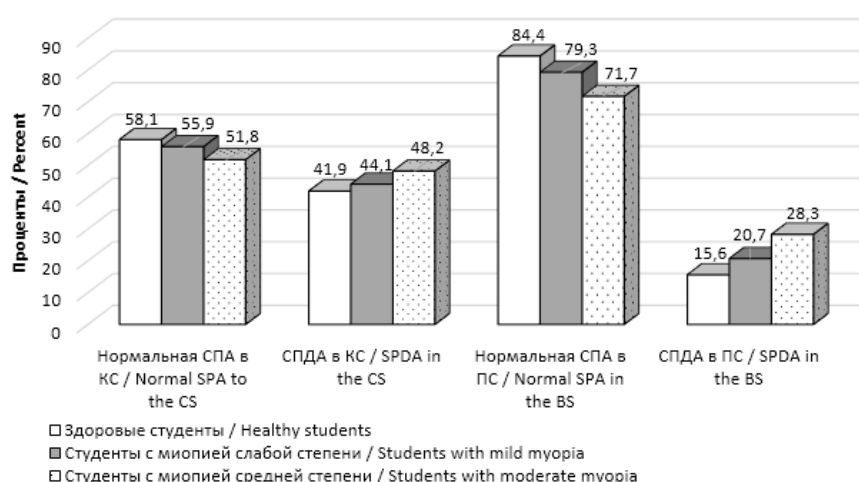


Рис. 7. Распределение студентов в зависимости от наличия социально-психологической дезадаптации в коммуникативной и поведенческих сферах: СПА — социально-психологическая адаптация; КС — коммуникативная сфера; СПДА — социально-психологическая дезадаптация; ПС — поведенческая сфера

Fig. 7. Distribution of students by the presence of socio-psychological disadaptation in the communicative and behavioral spheres: SPA — socio-psychological adaptation; CS — communicative sphere; SPDA — socio-psychological disadaptation; BS — behavioral sphere

формирования психического здоровья у студентов в зависимости от наличия и степени миопии, характеризующиеся разным типом акцентуации характера, уровнем познавательной активности, развитием социально-психологической дезадаптации в коммуникативной и поведенческой сферах, а также наличием тревожности и негативных эмоциональных переживаний, которые нарастают с увеличением степени миопии. Показано, что каждый пятый студент имел высокие негативные эмоциональные переживания, каждый третий — социально-психологическую дезадаптацию в учебной и коммуникативной сферах, а в структуре типов акцентуации характера студентов с миопией преобладали демонстративный и тревожно-педантичный типы. Полученные данные о закономерностях взаимосвязи между уровнем факторов риска при использовании электронных информационных технологий и показателями психического здоровья студентов с миопией и без нее определяют необходимость разработки и внедрения в высшие учебные заведения системы мероприятий по профилактике развития и прогрессирования миопии у студентов.

Список литературы

- Александрова И.Э. Гигиенические принципы и технология обеспечения безопасных для здоровья школьников условий обучения в цифровой образовательной среде // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. 2018. № 3. С. 23–33.
- Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Тармаева И.Ю. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 12. С. 1183–1188.
- Harris C, Straker L, Pollock C. The influence of age, gender and other information technology use on young people's computer use at school and home. *Work*. 2013;44(Suppl 1):S61–71. doi: 10.3233/WOR-121494
- Agarwal S, Goel D, Sharma A. Evaluation of the factors which contribute to the ocular complaints in computer users. *J Clin Diagn Res*. 2013;7(2):331–335. doi: 10.7860/JCDR/2013/5150.2760
- Григоренко И.Н. Электронные изображения в обучении иностранному языку // Вестник КСЭИ. Экономика. Право. Печать. 2014. № 3–4 (63–64). С. 105–110.
- Кучма В.Р., Текшева Л.М., Курганский А.М., Петренко А.О. Гигиеническая оценка использования ридеров в начальной школе // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 3. С. 57–60.
- Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2012;32(1):3–16. doi: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x
- Андреевская М.В., Марьянович А.Т. Дистантное обучение в медицинском вузе // Российские биомедицинские исследования. 2021. Т. 6. №1. С. 21–30.
- Погорелова И.Г. Особенности формирования состояния здоровья студентов-медиков // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2011. Т. 107. № 8. С. 95–97.
- Сухарукова О.В., Охапкина Л.П., Кожурина А.А. и др. Состояние здоровья студентов — первокурсников в медицинском вузе // Смоленский медицинский альманах. 2020. № 4. С. 132–134
- Ткачук Е.А., Мыльникова И.В., Ефимова Н.В. Гигиеническая оценка напряженности учебного труда школьников // Экология человека. 2014. № 6. С. 20–24.
- Сетко Н.П., Ясин И.А., Булычева Е.В., Апрелев А.Е. Физиолого-гигиенические аспекты формирования миопии у учащихся // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 7 (304). С. 18–22.
- Гафурова Н.В. Информатизация образования как педагогическая проблема // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3. С. 193. Доступно по: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6199>. Ссылка активна на 20 декабря 2020
- Безруких М.М. Школьные и семейные факторы риска, их влияние на физическое и психическое здоровье детей // Вестник практической психологии образования. 2011. № 1 (26). С. 16–21.
- Кучма В.Р., Ефимова Н.В., Ткачук Е.А., Мыльникова И.В. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся 5–10 классов общеобразовательных школ // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 6. С. 552–558.
- Ильин Е.П. Работа и личность: трудоголизм, перфекционизм, лень. Санкт-Петербург: Питер, 2011. 224 с.

17. Бадиёв И. В. Типология акцентуаций характера у подростков // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. № 5. С. 60–65.
18. Гомбоева И.С. Диалог как основа педагогической поддержки учащихся профессионального училища // Сибирский педагогический журнал. 2008. № 10. С. 242–251.
19. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2012;119(10):2141–2151. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.04.020
20. Кучма, В.Р., Сухарева Л.М., Храмов П.М. Медико-профилактические основы безопасной жизнедеятельности детей в гиперинформационном обществе // Российский педиатрический журнал. 2017. Т. 20. № 3. С. 161–165. doi: 10.18821/1560-9561-2017-20-3-161-165
21. Mirshahi A, Ponto KA, Hoehn R, et al. Myopia and level of education: results from the Gutenberg Health Study. *Ophthalmology*. 2014;121(10):2047–2052. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.04.017
22. Loman J, Quinn GE, Kamoun L, et al. Darkness and near work: myopia and its progression in third-year law students. *Ophthalmology*. 2002;109(5):1032–1038. doi: 10.1016/s0161-6420(02)01012-6
23. Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Гигиеническая характеристика напряженности учебного процесса и физиологических реакций организма студентов с различным уровнем работоспособности // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 11 (320). С. 56–60. doi: 10.35627/2219-5238/2019-320-11-56-60
9. Pogorelova IG. The features influencing medical students health. *Sibirskiy Meditsinskiy Zhurnal (Irkutsk)*. 2011;107(8):95–97. (In Russ.)
10. Sukharukova OV, Okhapkina LP, Kozhurina AA, et al. Health status of first-year students at a medical university. *Smolenskiy Meditsinskiy Al'manakh*. 2020;(4):132–134. (In Russ.) doi: 10.37963/SMA.2020.4.132
11. Tkachuk EA, Mylnikova IV, Efimova NV. Hygienic assessment of schoolchildren's learning labour intensity. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2014;(6):20–24. (In Russ.)
12. Setko NP, Yasin IA, Bulycheva EV, Aprelev AE. Physiological and hygienic aspects of formation of myopia in students. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2018;(7 (304)):18–21. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2018-304-7-18-21
13. Gafurova NV. Informatization of education as a pedagogical problem. *Sovremennyye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2012;(3):193. (In Russ.) Accessed December 8, 2021. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6199>
14. Bezrukikh MM. [School and family-related risk factors, their impact on physical and mental health of children.] *Vestnik Prakticheskoy Psikhologii Obrazovaniya*. 2011;(1(26)):16–21. (In Russ.)
15. Kuchma VR, Efimova NV, Tkachuk EA, Mylnikova IV. Hygienic assessment of the overwroughtness of educational activity in schoolchildren of 5-10 classes of secondary schools. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(6):552–558. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-6-552-558
16. Ilyin EP. [Work and Personality: Workaholism, Perfectionism, Laziness.] St. Petersburg: Piter Publ; 2011. (In Russ.)
17. Badiyev IV. Typology of adolescents' character accentuations. *Vestnik Buryatskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2015;(5):60–65. (In Russ.)
18. Goboieva IS. [Dialog as a basis for pedagogical support of vocational school students.] *Sibirskiy Pedagogicheskiy Zhurnal*. 2008;(10):242–251. (In Russ.)
19. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2012;119(10):2141–2151. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.04.020
20. Kuchma VR, Sukhareva LM, Khramtsov PI. Medical and preventive basics of the safe life of children in the hyper-information society. *Rossiyskiy Pediatricheskii Zhurnal*. 2017;20(3):161–165. (In Russ.) doi: 10.18821/1560-9561-2017-20-3-161-165
21. Mirshahi A, Ponto KA, Hoehn R, et al. Myopia and level of education: results from the Gutenberg Health Study. *Ophthalmology*. 2014;121(10):2047–2052. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.04.017
22. Loman J, Quinn GE, Kamoun L, et al. Darkness and near work: myopia and its progression in third-year law students. *Ophthalmology*. 2002;109(5):1032–1038. doi: 10.1016/s0161-6420(02)01012-6
23. Setko AG, Bulycheva EV, Setko NP. Hygienic characteristic of the intensity of educational process and typology for physiological reactions of the body of each of students with different levels of efficiency. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2019;(11(320)):56–60. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2019-320-11-56-60

References

1. Alexandrova IE. Hygienic principles and technology to ensure safety for health of pupils conditions of training in a digital educational environment. *Voprosy Shkolnoy i Universitetskoy Meditsiny i Zdorov'ya*. 2018;(3):23–33. (In Russ.)
2. Kuchma VR, Tkachuk EA, Tarmaeva IYu. Psychophysiological state of children in conditions of informatization of their life activity and intensification of education. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(12):1183–1188. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188
3. Harris C, Straker L, Pollock C. The influence of age, gender and other information technology use on young people's computer use at school and home. *Work*. 2013;44(Suppl 1):S61–71. doi: 10.3233/WOR-121494
4. Agarwal S, Goel D, Sharma A. Evaluation of the factors which contribute to the ocular complaints in computer users. *J Clin Diagn Res*. 2013;7(2):331–335. doi: 10.7860/JCDR/2013/5150.2760
5. Grigorenko IN. [Electronic images in teaching a foreign language.] *Ekonomika. Pravo. Pechat'. Vestnik KSEI*. 2014;(3-4(63-64)):105–110. (In Russ.)
6. Kuchma VR, Teksheva LM, Kurganskiy AM, Petrenko AO. Hygienic assessment of the use of readers in elementary school. *Gigiena i Sanitariya*. 2014;93(3):57–60. (In Russ.)
7. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2012;32(1):3–16. doi: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x
8. Andreevskaya MV, Maryanovich AT. Online learning at medical schools. *Rossiyskie Biomeditsinskie Issledovaniya*. 2021;6(1):21–30. (In Russ.)



© Коллектив авторов, 2021

УДК 613.34+628.193

Оценка риска здоровью населения, обусловленного качеством вод централизованных систем водоснабжения (на примере частного сектора г. Уфы)

Л.Р. Рахматуллина, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев,
Н.Р. Рахматуллин, С.Ш. Рафиков, З.Б. Бактыбаева

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
ул. Степана Кувыкина, д. 94, г. Уфа, 450106, Российская Федерация

Резюме

Введение. В настоящее время обеспечение населения питьевой водой, соответствующей современным гигиеническим нормативам в условиях природного и антропогенного загрязнения, является приоритетной задачей. Так Федеральным проектом «Чистая вода» предусмотрено совершенствование коммунальной инфраструктуры с целью улучшения качества подаваемой воды и информирования населения.

Цель исследования: гигиеническая оценка приоритетных факторов риска здоровью населения г. Уфы, связанного с качеством питьевой воды централизованных систем водоснабжения, в рамках реализации Федерального проекта «Чистая вода» в Республике Башкортостан (РБ).

Материалы и методы. В исследовании использованы материалы регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга по 8 водоразборным колонкам, расположенным в 6 административных районах города, за 2016–2018 гг. Органолептический риск, связанный с качеством питьевой воды, выполняли согласно МР 2.1.4.0032–11. Оценка риска здоровью населения проведена с соблюдением условий и требований Р 2.1.10.1920–04.

Результаты. В питьевой воде водоразборных колонок г. Уфы за период 2016–2018 гг. превышения гигиенических нормативов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям не обнаружены. Полученные результаты органолептического и неканцерогенного рисков во всех пробах воды соответствуют диапазону приемлемого уровня риска здоровью. Популяционный канцерогенный риск для здоровья населения составил менее 1 случая. В питьевой воде водоразборной колонки на ул. Олимпийской обнаружен неприемлемый суммарный канцерогенный риск для здоровья населения за счет присутствия в воде тригалометанов и гербицидов.

Заключение. Благодаря полученным результатам исследования рекомендовано проведение превентивных и оздоровительных мероприятий, направленных на снижение химической нагрузки на здоровье населения г. Уфы

Ключевые слова: здоровье населения, водоразборные колонки, централизованное водоснабжение, органолептический риск, неканцерогенный риск, канцерогенный риск.

Для цитирования: Рахматуллина Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Рафиков С.Ш., Бактыбаева З.Б. Оценка риска здоровью населения, обусловленного качеством вод централизованных систем водоснабжения (на примере частного сектора г. Уфы) // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 56–63. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-56-63>

Сведения об авторах:

✉ **Рахматуллина** Лилиана Рамилевна – младший научный сотрудник отдела медицинской экологии; e-mail: lilianarahmatullina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5587-2733>.

Сулейманов Рафаил Анварович – д.м.н., заведующий отделом медицинской экологии; e-mail: rafs52@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-5828>.

Валеев Тимур Камилевич – к.б.н., старший научный сотрудник отдела медицинской экологии; e-mail: valeevtk2011@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7801-2675>.

Рахматуллин Наиль Равилович – к.м.н., старший научный сотрудник отдела медицинской экологии; e-mail: rnrnii@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3091-8029>.

Рафиков Салават Шагитович – младший научный сотрудник отдела медицинской экологии; e-mail: raf_777@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1690-3573>.

Бактыбаева Зульфия Булатовна – к.б.н., старший научный сотрудник отдела медицинской экологии; e-mail: baktybaeva@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1249-7328>.

Информация о вкладе авторов: Рахматуллина Л.Р. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста статьи; Сулейманов Р.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование текста статьи; Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. – концепция и дизайн исследования, редактирование текста статьи; Бактыбаева З.Б., Рафиков С.Ш. – статистическая обработка; все авторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 02.06.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Assessment of Health Risks Posed by Water Quality in the Centralized Supply Network of Private Sector Housing in Ufa

Liliana R. Rakhmatullina, Rafail A. Suleimanov, Timur K. Valeev, Nail R. Rakhmatullin,
Salavat Sh. Rafikov, Zulfiya B. Baktybaeva

Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology,
94 Stepan Kuvykin Street, Ufa, 450106, Russian Federation

Summary

Background: At present, high-quality drinking water supply is challenging due to natural and anthropogenic pollution of the environment and remains a priority. The Federal Clean Water Project is aimed at improving the communal infrastructure in order to ensure chemical and microbiological safety of supplied water and to inform the public.

Objective: To assess priority health risk factors for the population of Ufa associated with tap water quality within the implementation of the Federal Clean Water Project in the Republic of Bashkortostan.

Materials and methods: We used data of the regional information fund of public health monitoring on eight street water pumps located in six administrative districts of the city for 2016–2018. The organoleptic risk associated with drinking water quality was assessed according to Method Recommendations MR 2.1.4.0032–11. Population health risk assessment was carried out in compliance with conditions and requirements of Guidelines R 2.1.10.1920–04.

Results: We established that chemical and microbiological quality indices of drinking water in street water pumps in 2016–2018 were below the permissible limits for all samples. Both organoleptic and non-carcinogenic risk estimates were within the acceptable range. The carcinogenic risk for the population was less than a case. Yet, the presence of trihalomethanes and her-

bicides in tap water sampled in Olimpiyskaya Street posed unacceptable total carcinogenic health risk.

Conclusion: The study results were used to develop recommendations for appropriate preventive measures aimed to reduce chemical exposure of the population of Ufa through drinking water.

Keywords: human health, street water pump, centralized water supply, organoleptic risk, non-carcinogenic risk, carcinogenic risk.

For citation: Rakhmatullina LR, Suleimanov RA, Valeev TK, Rakhmatullin NR, Rafikov SSh, Baktybaeva ZB. Assessment of health risks posed by water quality in the centralized supply network of private sector housing in Ufa. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):56–63. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-56-63>

Author information:

✉ Lilianna R. Rakhmatullina, Junior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: lilianarahmatullina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5587-2733>.

Rafail A. Suleimanov, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: rafs52@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-5828>.

Timur K. Valeev, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: valeevtk2011@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7801-2675>.

Nail R. Rakhmatullin, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: rnrii@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3091-8029>.

Salavat Sh. Rafikov, Junior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: raf_777@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1690-3573>.

Zulfiya B. Baktybaeva, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology; e-mail: baktybaeva@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1249-7328>.

Author contributions: Rakhmatullina L.R. developed the study conception and design; collected and analyzed data, and wrote the manuscript; Suleimanov R.A., Valeev T.K., and Rakhmatullin N.R. developed the study conception and design; collected, analyzed, and interpreted data, and revised the manuscript; Rafikov S.Sh. and Baktybaeva Z.B. did statistical data processing; all authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the manuscript.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: June 2, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. В рамках реализации Федерального проекта «Чистая вода» на период 2019–2024 гг.¹ предусмотрено строительство и модернизация сетей централизованного водоснабжения на территориях с полным отсутствием и износом коммунальной инфраструктуры. Основными задачами проводимых мероприятий являются²: совершенствование системы мониторинга, выявление наиболее приоритетных загрязнителей на каждой территории, оценка изменений качества питьевой воды и влияние на состояние здоровья с последующим информированием населения.

Водоразборная (водопроводная, водозаборная) колонка (ВРК) — комплекс технических сооружений (колонна с рычагом, трубный стояк, эжектор) для подачи питьевой воды из систем централизованного водоснабжения проживающим в населенных пунктах, где отсутствуют внутридомовые водопроводные сети. В настоящее время количество ВРК значительно сократилось в связи с рядом факторов: развитием городской инфраструктуры путем ликвидации частного сектора, миграцией/убылью населения, использованием нецентрализованных источников водоснабжения, несанкционированным отбором воды с ВРК и других. Однако ВРК применяются населением и порой являются единственным источником питьевой воды, особенно в частном секторе. Для реализации поставленных задач повсеместно [1–12] используется методология оценки риска, которая позволяет методологически выделить приоритетные соединения среди разнообразия перечней показателей, спрогнозировать и минимизировать последствия для состояния окружающей среды и здоровья населения, а также разработать и принять управленческие решения.

Цель исследования: гигиеническая оценка приоритетных факторов риска здоровью насе-

ления г. Уфы, связанного с качеством питьевой воды централизованных систем водоснабжения, в рамках реализации Федерального проекта «Чистая вода» в Республике Башкортостан (РБ).

Материалы и методы исследования. Гигиеническую оценку качества воды из централизованной системы водоснабжения, используемого населением г. Уфа для хозяйственно-питьевого назначения, выполняли по материалам регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2016–2018 гг. по основным ВРК в 6 административных районах города (демский, калининский, Кировский, Ленинский, Октябрьский и Орджоникидзевский). Данные о численности населения г. Уфы получены из Федеральной службы государственной статистики по РБ³.

В настоящее время система централизованного водоснабжения частного сектора г. Уфы включает в себя 5 основных водозаборов, из которых 1 открытого типа — Северный ковшовый (ВРК по ул. Ахметова и Станиславского) и 4 подземных инфильтрационных — Северный (ВРК по ул. Чехова, Одесской и Тимашевской), Южный (ВРК по ул. Сочинской), Демский (ВРК по ул. Юматовской) и Шакшинский (ВРК по ул. Олимпийской). Водоподготовка ведется по классической схеме с использованием гипохлорита натрия. В систему очистных сооружений входят: микрофильтры, горизонтальные отстойники, скорые фильтры, система ультрафиолетового обеззараживания, хлораторные и озонаторные установки⁴.

В питьевой воде проанализировано 30 показателей, из них 4 микробиологических (общее микробное число, колифаги, общие и термотолерантные колиформные бактерии) и 26 санитарно-химических показателей, из которых выявлено 6, влияющих

¹ Официальный сайт Министерства строительства Российской Федерации. Паспорт Федерального Проекта «Чистая вода». Доступно по: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/9a0/88020e9ed93742b78845763a395cd20e.pdf>. Ссылка активна на 11 июля 2021 г.

² Официальный сайт Правительства Республики Башкортостан. Паспорт Федерального Проекта «Чистая вода». Доступно по: https://pravitelstvorb.ru/ru/natsionalnoe_razvitiye/natsionalnye-proekty/g5.pdf. Ссылка активна на 11 июля 2021 г.

³ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. Доступно по: <https://bashstat.gks.ru/>. Ссылка активна на 11 июля 2021 г.

⁴ Официальный сайт ГУП РБ «Уфаводоканал». Доступно по: <https://www.ufavodokanal.ru/about/water/>. Ссылка активна на 11 июля 2021 г.

на органолептические свойства воды с учетом лимитирующих показателей вредности согласно СанПиН 1.2.3685–21⁵, а также 9 соединений из группы 1, 2А, 2В по классификации МАИР с доказанными или вероятными канцерогенными свойствами для дальнейшего исследования.

Гигиеническую оценку органолептических свойств питьевой воды проводили на основе МР 2.1.4.0032–11⁶. Согласно МР 2.1.4.0032–11 приемлемый риск не превышает 0,1.

Оценку риска ольфакторно-рефлекторных свойств питьевой воды рассчитывали согласно уравнениям (1) и (2) МР 2.1.4.0032–11:

$$Risk = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) \times \int_{-\infty}^{Prob} e^{-\frac{t^2}{2}} \times dt, \quad (1)$$

где

π – 3,14...,

e – основание натурального логарифма,

d – знак дифференциала,

t – доверительный коэффициент;

$$Prob = -2 + 3,32 \times \lg \frac{\text{Концентрация}}{\text{Норматив}} \quad (2)$$

Оценку уровня неканцерогенного, канцерогенного и популяционного риска выполняли с учетом условий и требований Р 2.1.10.1920–04⁷. Исследование включало выполнение следующих этапов: 1) идентификация опасности; 2) оценка зависимости «доза–ответ»; 3) оценка экспозиции; 4) характеристика рисков.

Для расчета неканцерогенных рисков определяли: 1) коэффициент опасности (НҚ) – соотношение среднесуточной дозы к референтной (безопасной) дозе; 2) индекс опасности (НІ) путем суммирования НҚ по критическим органам и системам. Согласно Р 2.1.10.1920–04 приемлемый риск для неканцерогенного риска составляет 1,0.

Индивидуальный канцерогенный (CR) и популяционный риск (PCR) рассчитывались по формулам (3) и (4) соответственно:

$$CR = LADD \times SFo, \quad (3)$$

где LADD – среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг×день);

SFo – фактор наклона, мг/(кг×день)^{–1};

$$PCR = CR \times POP, \quad (4)$$

где CR – индивидуальный канцерогенный риск, POP – численность популяций, чел.

Интерпретацию полученных результатов канцерогенного риска проводили согласно табл. 1.

Результаты. За анализируемый период исследования в г. Уфе согласно материалам лабораторных данных достоверных превышений гигиенических нормативов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям не зарегистрировано, однако обнаружено присутствие в питьевой воде соединений 1–2-го классов опасности с доказанной канцерогенной активностью из группы галогенпроизводных углеводородов (тригалогенметаны), пестицидов и солей тяжелых металлов.

Результаты оценки органолептического риска (табл. 2) демонстрируют, что превышений приемлемого значения во всех образцах воды ВРК (< 0,1) по анализируемым показателям не установлено.

Полученные результаты оценки неканцерогенных рисков представлены в табл. 3 и свидетельствуют о том, что значения не превышают приемлемых значений допустимого уровня риска со стороны всех органов и систем. При одновременном поступлении химических соединений с наиболее значимыми коэффициентами неканцерогенного риска выявлены следующие органы и системы: органы желудочно-кишечного тракта (НІ = 0,23–0,784) в связи с присутствием в питьевых водах фенола (НҚ = 0,000074), общего хрома (НҚ = 0,0197–0,043), формальдегида (НҚ = 0,0053) и меди (НҚ = 0,189–0,753); печени (НІ = 0,567–1,0) – меди (НҚ = 0,189–0,753); трихлорметана (НҚ = 0,04–0,158), 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты (НҚ = 0,064), тетрахлорметана (НҚ = 0,061), трихлорэтилена (НҚ = 0,036), общего хрома (НҚ = 0,0197–0,043), тетрахлорэтилена (НҚ = 0,0107), бромдихлорметана (НҚ = 0,0066–0,0128), дибромхлорметана (НҚ = 0,0045–0,026) и формальдегида (НҚ = 0,0053); почек (НІ = 0,597–0,748) – трихлорметана (НҚ = 0,04–0,158), тетрахлорэтилена (НҚ = 0,0107), 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты

Таблица 1. Критерии приемлемости канцерогенного риска согласно Р 2.1.10.1920–04
Table 1. Acceptance criteria for carcinogenic risk according to Guidelines R 2.1.10.1920–04

Диапазоны риска / Risk ranges	Характеристика риска / Risk description	Необходимые мероприятия / Necessary measures
Пренебрежимо малый / Negligible $\leq 10^{-6}$	Индивидуальный риск в течение всей жизни, который воспринимается всеми людьми как пренебрежимо малый, не отличающийся от обычных повседневных рисков / Individual lifetime risk perceived by all people as negligible, similar to ordinary, everyday risks	Не требует дополнительных мероприятий. Периодический контроль / No additional measures required. Regular monitoring
Предельно допустимый, приемлемый / Maximum permissible, acceptable 10^{-6} – 10^{-4}	Соответствует верхней границе приемлемого риска. Подлежит постоянному контролю / Equals the upper limit of acceptable risk. Subject to constant monitoring	В отдельных случаях могут проводиться мероприятия по его снижению / In some cases, risk mitigation measures can be taken.
Для профессиональных групп / For professional cohorts 10^{-4} – 10^{-3}	Приемлем только для профессиональных групп и неприемлем для населения / Acceptable only for occupational cohorts and unacceptable for the general population	Разработка и проведение плановых оздоровительных мероприятий для населения / Development and implementation of planned health improving activities for the population
Неприемлемый / Unacceptable $\geq 10^{-3}$	Неприемлем для всех групп населения / Unacceptable for all population groups	Требуется проведение мероприятий по снижению риска / Risk mitigation measures required

⁵ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

⁶ МР 2.1.4.0032–11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности».

⁷ Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Таблица 2. Результаты расчетов органолептического риска, обусловленного качеством питьевой воды на отдельных территориях г. Уфы

Table 2. Results of assessing health risks posed by organoleptic parameters of tap water in select areas of the city of Ufa

№	Показатель / Index	Пункты наблюдения / Sampling sites							
		Органолептический риск / Organoleptic risk							
		ул. Чехова / Chekhov Street	ул. Одесская / Odesskaya Street	ул. Сочинская / Sochinskaya Street	ул. Ахметова / Akhmetov Street	ул. Юматовская / Yumatovskaya Street	ул. Олимпийская / Olimpiyskaya Street	ул. Станиславского / Stanislavsky Street	ул. Тимашевская / Timashevskaya Street
1	Аммиак / Ammonia	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06
2	Магний / Magnesium	6,35E-08	3,09E-06	7,89E-08	1,18E-08	5,02E-08	1,21E-08	8,75E-09	2,93E-08
3	Марганец / Manganese	4,85E-23	5,74E-31	0,0055	4,68E-29	1,43E-25	0,007	7,16E-18	0,00552
4	Общее железо / Total iron	2,35E-09	1,47E-12	5,44E-21	9,28E-17	2,05E-08	9,32E-16	7,95E-20	2,73E-19
5	Сульфаты / Sulphates	2,26E-13	2,23E-17	4,83E-08	2,38E-13	6,21E-08	1,91E-14	1,43E-13	1,91E-14
6	Хлориды / Chlorides	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06	8,54E-06

($HQ = 0,064$), тетрахлорметана ($HQ = 0,061$), трихлорэтилена ($HQ = 0,036$), общего хрома ($HQ = 0,0197-0,043$), бромдихлорметана ($HQ = 0,0066-0,0128$), ртути ($HQ = 0,036$), кадмия ($HQ = 0,043$), нефтепродуктов ($HQ = 0,214$), кальция ($HQ = 0,0762-0,123$), фенола ($HQ = 0,000074$) и формальдегида ($HQ = 0,0053$). Отметим, что наибольший вклад в формирование неканцерогенного риска при хроническом пероральном поступлении вносят такие соединения, как медь (74,65 %), 2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота (6,3 %) и тетрахлорметан (6,15 %).

Уровни индивидуальных канцерогенных рисков семи ВРК по всем анализируемым соединениям (табл. 4) находятся в пределах диапазона допустимого риска ($10^{-6}-10^{-4}$), что согласно Р 2.1.10.1920-04 оценено как пренебрежительно малый и предельно-допустимый риск. Суммарные канцерогенные риски по семи ВРК на территориях

г. Уфы характеризуются как приемлемые уровни и отнесены ко второму диапазону. Рассчитанные значения суммарного канцерогенного риска ВРК по ул. Олимпийская ($1,03E-04$) характеризуются как приемлемые только для профессиональных групп и неприемлемые в целом для здоровья населения (третий диапазон риска). Установлено, что в формировании суммарного канцерогенного риска выступают соединения 1–2-го классов опасности из группы галогенпроизводных углеводородов (тригалогенметаны) и гербицидов: дибромхлорметан (11,7–42,4 %), бромдихлорметан (13,0–18,19 %) и 2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота (11,8–19,24 %).

Уровни популяционных канцерогенных рисков для населения, использующего питьевую воду на отдельных территориях г. Уфы, составили: для жителей, употребляющих воду из ВРК по ул. Чехова – 0,031, Одесской – 0,0097, Сочинской –

Таблица 3. Результаты расчетов неканцерогенного риска, обусловленного качеством питьевой воды на отдельных территориях г. Уфы

Table 3. Results of assessing non-carcinogenic risks posed by tap water quality in select areas of the city of Ufa

Органы и системы / Organs and systems	Индекс опасности / Hazard index	Показатель* / Index*	Пункты наблюдения / Sampling sites							
			ул. Чехова / Chekhov Street	ул. Одесская / Odesskaya Street	ул. Сочинская / Sochinskaya Street	ул. Ахметова / Akhmetov Street	ул. Юматовская / Yumatovskaya Street	ул. Олимпийская / Olimpiyskaya Street	ул. Станиславского / Stanislavsky Street	ул. Тимашевская / Timashevskaya Street
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Центральная нервная система / Central nervous system	HQ	7	0,003	0,0017	0,026	0,002	0,0024	0,0266	0,0023	0,026
		10	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		11	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
		13	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107
		14	0,158	0,06	0,04	0,15	0,0514	0,0158	0,145	0,0441
		15	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		16	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074
Гормональная система / Hormonal system	HQ	17	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053
		Σ	0,31	0,21	0,215	0,301	0,203	0,191	0,296	0,219
	HI	1	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
		5	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
		10	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		11	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
		14	0,158	0,06	0,04	0,15	0,0514	0,0158	0,145	0,0441
		Σ	0,362	0,26	0,244	0,354	0,255	0,22	0,349	0,248

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Репродуктивная система / Reproductive system	HQ	10	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		11	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
	HI	Σ	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
Иммунная система / Immune system	HQ	4	0,0134	0,0096	0,0047	0,0065	0,015	0,0714	0,0051	0,0053
		10	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
	HI	Σ	0,049	0,045	0,04	0,042	0,051	0,107	0,041	0,041
Желудочно-кишечный тракт / Gastrointestinal tract	HQ	8	0,38	0,564	0,753	0,564	0,376	0,566	0,189	0,379
		16	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074
		17	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053
		18	0,0197	0,028	0,026	0,036	0,043	0,0342	0,036	0,043
	HI	Σ	0,405	0,597	0,784	0,605	0,424	0,605	0,23	0,427
Поджелудочная железа / Pancreas	HQ	12	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
	HI	Σ	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
Почки / Kidney	HQ	1	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
		2	0,0122	0,0077	0,0066	0,012	0,009	0,0128	0,0113	0,0094
		5	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
		6	0,0762	0,123	0,122	0,08	0,1228	0,0773	0,0788	0,0838
		9	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214
		10	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		12	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
		13	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107
		14	0,158	0,06	0,04	0,15	0,0514	0,0158	0,145	0,0441
		15	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		16	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074
		17	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053
		18	0,0197	0,028	0,026	0,036	0,043	0,0342	0,036	0,043
	HI	Σ	0,736	0,688	0,664	0,748	0,696	0,597	0,741	0,65
Печень / Liver	HQ	1	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
		2	0,0122	0,0077	0,0066	0,012	0,009	0,0128	0,0113	0,0094
		3	0,0087	0,0045	0,006	0,0092	0,0045	0,026	0,0092	0,0045
		8	0,38	0,564	0,753	0,564	0,376	0,566	0,189	0,379
		12	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
		13	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107
		14	0,158	0,06	0,04	0,15	0,0514	0,0158	0,145	0,0441
		15	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		17	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053
		18	0,0197	0,028	0,026	0,036	0,043	0,0342	0,036	0,043
	HI	Σ	0,755	0,841	1,0	0,95	0,66	0,832	0,567	0,657
Кожа / Skin	HQ	4	0,0134	0,0096	0,0047	0,0065	0,015	0,0714	0,0051	0,0053
		15	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
	HI	Σ	0,049	0,045	0,04	0,042	0,051	0,107	0,041	0,041
Слизистые / Mucosae	HQ	4	0,0134	0,0096	0,0047	0,0065	0,015	0,0714	0,0051	0,0053
		18	0,0197	0,028	0,026	0,036	0,043	0,0342	0,036	0,043
	HI	Σ	0,0331	0,0376	0,0307	0,0425	0,058	0,105	0,041	0,048
Кровь / Blood	HQ	1	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
		4	0,0134	0,0096	0,0047	0,0065	0,015	0,0714	0,0051	0,0053
		7	0,003	0,0017	0,026	0,002	0,0024	0,0266	0,0023	0,026
		11	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
	HI	Σ	0,141	0,136	0,155	0,133	0,142	0,223	0,132	0,156
Биохимические изменения / Biochemical changes	HQ	6	0,0762	0,123	0,122	0,08	0,1228	0,0773	0,0788	0,0838
		11	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
	HI	Σ	0,137	0,184	0,183	0,141	0,184	0,138	0,14	0,144
Развитие плода / Fetal development	HQ	11	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
		15	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
		16	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074	0,000074
	HI	Σ	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
Системные / Systemic	HQ	13	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107
	HI	Σ	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107	0,0107

* *Примечание:* 1 – 2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-D); 2 – бромдихлорметан; 3 – дибромхлорметан; 4 – железо; 5 – кадмий; 6 – кальций; 7 – марганец; 8 – медь; 9 – нефть и нефтепродукты; 10 – ртуть; 11 – свинец; 12 – тетрахлорметан; 13 – тетрахлорэтилен; 14 – трихлорметан; 15 – трихлорэтилен; 16 – фенол; 17 – формальдегид; 18 – общий хром.

* *Notes:* 1 – 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D); 2 – bromodichloromethane; 3 – dibromochloromethane; 4 – iron; 5 – cadmium; 6 – calcium; 7 – manganese; 8 – copper; 9 – oil and oil products; 10 – mercury; 11 – lead; 12 – carbon tetrachloride; 13 – tetrachloroethylene; 14 – trichloromethane; 15 – trichloroethylene; 16 – phenol; 17 – formaldehyde; 18 – total chromium.

0,0057, Ахметова – 0,0106, Юматовской – 0,0035, Олимпийской – 0,013, Станиславского – 0,036, Тимашевской – 0,037 случая.

Обсуждение. По данным Федерального информационного фонда Социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) в воде централизованных систем РБ наиболее приоритетными показателями являются: общая жесткость, железо, медь, марганец, сульфаты, кальций, галогенпроизводные соединения, тяжелые металлы, пестициды и т. д. Присутствие вышеуказанных соединений в питьевой воде обусловлено как природными (содержание химических соединений в почве, сезонность и др.), так и антропогенными факторами (высокоразвитая промышленность и сельское хозяйство; загрязнение реагентами и продуктами трансформации на этапе обеззараживания; изношенность водопроводных сетей; аварии в наиболее уязвимых участках сети; физический/моральный износ оборудования на станциях водоподготовки и в лабораториях и др.).

В настоящее время одним из основных этапов водоподготовки является обеззараживание питьевой воды препаратами хлора. Главным преимуществом хлорирования воды является сохранение

остаточного хлора, что предотвращает вторичное загрязнение воды до поступления потребителю. Использование препаратов хлора (жидкий хлор, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция и т. д.) ведет к образованию и вторичному загрязнению питьевой воды хлорорганическими соединениями, в том числе и тригалогенметанами (ТГМ).

В ходе исследования в питьевой воде ВРК обнаружены ряд ТГМ (трихлорметан, тетрахлорметан, бромдихлорметан и дибромхлорметан) и включены для исследования канцерогенного риска в связи с тем, что данные соединения являются возможными канцерогенами (группа 2В согласно классификации МАИР) и отнесены к 1-му и 2-му классам опасности.

Согласно полученным результатам наиболее напряженная ситуация отмечается в воде ВРК по ул. Олимпийской (Шакшинский водозабор). В качестве источника питьевых вод в Шакшинском водозаборе используют подземные источники. Отметим, что на этапе обеззараживания питьевая вода подвергается обработке путем применения бактерицидных установок УФО и гипохлорита натрия (NaOCl). Выявленный суммарный канцерогенный

Таблица 4. Уровень канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевых вод, подаваемых населению отдельных территорий г. Уфы

Table 4. The level of carcinogenic risk posed by tap water quality in select areas of the city of Ufa

№	Показатель / Index	Пункты наблюдения / Sampling sites							
		Канцерогенный риск / Carcinogenic risk							
		ул. Чехова / Chekhov Street	ул. Одесская / Odesskaya Street	ул. Сочинская / Sochinskaya Street	ул. Ахметова / Akhmetov Street	ул. Юматовская / Yumatovskaya Street	ул. Олимпийская / Olimpiyskaya Street	ул. Станиславского / Stanislavsky Street	ул. Тимашевская / Timashevskaya Street
1	2,4-Дихлорфенокси-уксусная кислота (2,4-Д) / 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	1,22E-05	1,22E-05	1,22E-05	1,22E-05	1,22E-05	1,22E-05	1,22E-05	1,22E-05
	Вклад, % / Contribution, %	14,8	19,24	19,17	14,86	18,85	11,8	15,0	18,82
2	Свинец / Lead	1,01E-05	1,01E-05	1,01E-05	1,01E-05	1,01E-05	1,01E-05	1,01E-05	1,01E-05
	Вклад, % / Contribution, %	12,3	15,9	15,86	12,29	15,59	9,76	12,4	15,57
3	Кадмий / Cadmium	8,13E-06	8,13E-06	8,13E-06	8,13E-06	8,13E-06	8,13E-06	8,13E-06	8,13E-06
	Вклад, % / Contribution, %	10,0	12,86	12,82	9,94	12,6	7,8	10,0	12,6
4	Трихлорметан / Trichloromethane	9,64E-06	3,66E-06	2,44E-06	9,15E-06	3,14E-06	9,64E-07	8,85E-06	2,7E-06
	Вклад, % / Contribution, %	11,76	5,8	3,84	11,18	4,86	0,9	11,0	4,2
5	Тетрахлорметан / Tetrachloromethane	5,6E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,6E-06
	Вклад, % / Contribution, %	6,8	8,84	8,8	6,83	8,66	5,4	6,89	8,65
6	Бромдихлорметан / Bromodichloromethane	1,5E-05	9,3E-06	8,25E-06	1,5E-05	1,12E-05	1,6E-05	1,41E-05	1,17E-05
	Вклад, % / Contribution, %	18,1	14,7	13,0	18,19	17,3	15,4	17,35	18,04
7	Дибромхлорметан / Dibromochloromethane	1,47E-05	7,56E-06	1,01E-05	1,51E-05	7,56E-06	4,37E-05	1,55E-05	7,56E-06
	Вклад, % / Contribution, %	18,0	12,0	15,89	18,48	11,7	42,4	19,05	11,7
8	Тетрахлорэтилен / Tetrachloroethylene	5,56E-06	5,56E-06	5,56E-06	5,56E-06	5,56E-06	5,56E-06	5,56E-06	5,56E-06
	Вклад, % / Contribution, %	6,8	8,8	8,77	6,8	8,62	5,4	6,86	8,61
9	Трихлорэтилен / Trichloroethylene	1,18E-06	1,18E-06	1,18E-06	1,18E-06	1,18E-06	1,18E-06	1,18E-06	1,18E-06
	Вклад, % / Contribution, %	1,43	1,86	1,85	1,43	1,82	1,14	1,45	1,8
	Суммарный канцерогенный риск / Total carcinogenic risk	8,19E-05	6,32E-05	6,34E-05	8,18E-05	6,45E-05	1,03E-04	8,11E-05	6,46E-05
	Популяционный канцерогенный риск* / Population carcinogenic risk*	0,031	0,0097	0,0057	0,0106	0,0035	0,013	0,036	0,037

* **Примечание:** Численность населения: ул. Чехова – 380 чел.; ул. Одесская – 155 чел.; ул. Сочинская – 90 чел.; ул. Ахметова – 130 чел.; ул. Юматовская – 55 чел.; ул. Олимпийская – 130 чел.; ул. Станиславского – 445 чел.; ул. Тимашевская – 580 чел.

* **Note:** Size of population (people): Chekhov Street – 380; Odesskaya Street – 155; Sochinskaya Street – 90; Akhmetov Street – 130; Yumatovskaya Street – 55; Olimpiyskaya Street – 130; Stanislavsky Street – 445; Timashevskaya Street – 580.

риск превышает предельно-допустимый уровень риска и может оказывать нежелательные эффекты на состояние здоровья населения за счет присутствия в питьевой воде продуктов трансформации (дибромхлорметан — 42,4 % и бромдихлорметан — 15,4 %). Данные соединения образуются на этапе обеззараживания препаратами хлора в процессе водоподготовки.

Полученные результаты исследования согласуются с рядом отечественных [3, 4, 11, 21–25] и зарубежных [8, 13–20] работ по проблемам, связанным с качеством вод централизованного водоснабжения. В целях предотвращения возможного негативного влияния необходимы мероприятия по снижению приоритетных химических соединений до максимально низких и технически достижимых значений для сокращения химической нагрузки на здоровье населения города.

Заключение. Таким образом, вода из ВРК централизованного водоснабжения г. Уфы в целом соответствует установленным гигиеническим требованиям. При ежедневном употреблении питьевой воды из семи ВРК (ул. Чехова, ул. Одесская, ул. Сочинская, ул. Ахметова, ул. Юматовская, ул. Станиславского, ул. Тимашевская) в течение всей жизни (70 лет) вероятность развития нежелательных эффектов для здоровья населения минимальна. Полученные результаты свидетельствуют, что в ВРК по ул. Олимпийской имеются высокие уровни риска при комбинированном поступлении химических соединений с питьевой водой, что может способствовать развитию неблагоприятных эффектов на здоровье населения.

Список литературы

1. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 5. С. 563–569. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-5-563-569
2. Фридман К.Б., Новикова Ю.А., Белкин А.С. К вопросу об использовании методики оценки риска для здоровья в целях гигиенической характеристики систем водоснабжения. // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 7. С. 686–689. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689
3. Клейн С.В., Вековшинина С.А. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения // Анализ риска здоровью. 2020. № 3. С. 49–60. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.06
4. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Вековшинина С.А. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Анализ риска здоровью. 2019. № 2. С. 44–55. doi: 10.21688/health.risk/2019.2.05
5. Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 1. С. 10–14. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-10-14
6. Vetrinurugan E, Brindha K, Elango L, Ndwanwe OM. Human exposure risk to heavy metals through groundwater used for drinking in an intensively irrigated river delta. *Appl Water Sci*. 2017;(7):3267–3280. doi: 10.1007/s13201-016-0472-6
7. Тулакин А.В., Цыплакова Г.В., Амплеева Г.П. Региональные проблемы обеспечения гигиенической надежности питьевого водопользования // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 11. С. 1025–1028. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-11-1025-1028
8. Chen L, Zhou S, Shi Y, et al. Heavy metals in food crops, soil, and water in the Lihe River Watershed of the Taihu Region and their potential health risks when ingested. *Sci Total Environ*. 2018;615:141–149. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.230
9. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края // Анализ риска здоровью. 2016. № 3. С. 35–43. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.04
10. Sadeghi F, Nasser S, Yunesian M, Nabizadeh R, Mo-saferi M, Mesdaghinia A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*. 2018;53(5):421–429. doi: 10.1080/10934529.2017.1410421
11. Пивоварова Е.А., Шибанова Н.Ю. Оценка канцерогенного риска здоровью населения республики Хакасия, обусловленного потреблением питьевой воды // Анализ риска здоровью. 2016. № 3. С. 44–52. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.05
12. Ighalo JO, Adeniyi AG. A comprehensive review of water quality monitoring and assessment in Nigeria. *Chemosphere*. 2020;260:127569. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.127569
13. Ghahramani E, Maleki A, Kamarehie B, et al. Determination of heavy metals concentration in drinking water of rural areas of Divandarreh County, Kurdistan Province: Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment. *Int J Env Health Eng*. 2020;9(1):14. doi: 10.4103/ijehe.ijehe_15_19
14. Saleh HN, Panahande M, Yousefi M, et al. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of heavy metals in groundwater wells in Neyshabur Plain, Iran. *Biol Trace Elem Res*. 2019;190(1):251–261. doi: 10.1007/s12011-018-1516-6
15. Ghafuri Y, Kamani H, Bazrafshan E, Atafar Z, Kha-zaie M, Mahvi AH. Cancer and non-cancer risk of arsenic in drinking water: a case study. *Health Scope*. 2017;6(4):e13013. doi: 10.5812/jhealthscope.13013
16. Duggal, V, Rani, A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of metals in groundwater via ingestion and dermal absorption pathways for children and adults in Malwa Region of Punjab. *J Geol Soc India*. 2018;92:187–194. doi: 10.1007/s12594-018-0980-0
17. Chaudhry AK, Sachdeva P. Groundwater quality and non-carcinogenic health risk assessment of nitrate in the semi-arid region of Punjab, India. *J Water Health*. 2020;18(6):1073–1083. doi: 10.2166/wh.2020.121
18. Zhou Y, Li P, Chen M, Dong Z, Lu C. Groundwater quality for potable and irrigation uses and associated health risk in southern part of Gu'an County, North China Plain. *Environ Geochem Health*. 2021;43(2):813–835. doi: 10.1007/s10653-020-00553-y
19. Kaur L, Rishi MS, Siddiqui AU. Deterministic and probabilistic health risk assessment techniques to evaluate non-carcinogenic human health risk (NHHR) due to fluoride and nitrate in groundwater of Panipat, Haryana, India. *Environ Pollut*. 2020;259:113711. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113711
20. Singh G, Rishi MS, Herojeet R, Kaur L, Sharma K. Evaluation of groundwater quality and human health risks from fluoride and nitrate in semi-arid region of northern India. *Environ Geochem Health*. 2020;42(7):1833–1862. doi: 10.1007/s10653-019-00449-6
21. Луговая Е.А., Степанова Е.М. Особенности питьевой воды Магадана и здоровье населения // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 3. С. 241–246. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-3-241-246
22. Абрамкин А.В., Рахманов Р.С. К вопросу о качестве питьевой воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения республики Мордовия // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 2 (287). С. 41–43. doi: 10.35627/2219-5238/2017-287-2-41-43
23. Богданова В.Д., Кик П.Ф., Кислицина Л.В. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения острова Русский // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 28–37. doi: 10.21668/health.risk/2020.2.03
24. Кик П.Ф., Кислицина Л.В., Богданова В.Д., Сабирова К.М. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения

- Приморского края // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 1. С. 94–101.
25. Механтьев И.И. Риск здоровью населения Воронежской области, обусловленный качеством питьевой воды // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 4 (325). С. 37–42. doi: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42

References

- Rosenthal OM, Aleksandrovskaia LN. Risk-oriented approach to the quality assessment of water sources of drinking water supply. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(5):563–569. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-5-563-569
- Fridman KB, Novikova YuA, Belkin AS. On the issue of the use of health risk assessment techniques for hygienic characteristics of water supply systems. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(7):686–689. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-686-689
- Kleyn SV, Vekovshinina SA. Priority risk factors related to drinking water from centralized water supply system that create negative trends in population health. *Health Risk Analysis*. 2020;(3):49–60. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2020.3.06
- Zaitseva NV, Sboev AS, Kleyn SV, Vekovshinina SA. Drinking water quality: health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by Rospotrebnadzor. *Health Risk Analysis*. 2019;(2):44–55. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2019.2.05
- Klein SV, Vekovshinina SA, Sboev AS. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(1):10–14. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-10-14
- Vetrimurugan E, Brindha K, Elango L, Ndwandwe OM. Human exposure risk to heavy metals through groundwater used for drinking in an intensively irrigated river delta. *Appl Water Sci*. 2017;(7):3267–3280. doi: 10.1007/s13201-016-0472-6
- Tulakin AV, Tsyplakova GV, Ampleeva GP, Kozyreva ON, Pivneva OS, Trukhina GM. Regional problems of the provision of hygienic reliability of drinking water consumption. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(11):1025–1028. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-11-1025-1028
- Chen L, Zhou S, Shi Y, *et al*. Heavy metals in food crops, soil, and water in the Lihe River Watershed of the Taihu Region and their potential health risks when ingested. *Sci Total Environ*. 2018;615:141–149. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.230
- Goryaev DV, Tikhonova IV, Torotenkova NN. Hygienic assessment of drinking water quality and health risks for Krasnoyarsk Region population. *Health Risk Analysis*. 2016;(3):33–39. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.04
- Sadeghi F, Nasser S, Yunesian M, Nabizadeh R, Mosafari M, Mesdaghinia A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*. 2018;53(5):421–429. doi: 10.1080/10934529.2017.1410421
- Pivovarov EA, Shibanova NYu. Evaluation of carcinogenic risk to public health of the Republic of Khakassia associated with consumption of drinking water. *Health Risk Analysis*. 2016;(3):41–48. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.05
- Ighalo JO, Adeniyi AG. A comprehensive review of water quality monitoring and assessment in Nigeria. *Chemosphere*. 2020;260:127569. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.127569
- Ghahramani E, Maleki A, Kamarehie B, *et al*. Determination of heavy metals concentration in drinking water of rural areas of Divandarreh County, Kurdistan Province: Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment. *Int J Env Health Eng*. 2020;9(1):14. doi: 10.4103/ijehe.ijehe_15_19
- Saleh HN, Panahande M, Yousefi M, *et al*. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of heavy metals in groundwater wells in Neyshabur Plain, Iran. *Biol Trace Elem Res*. 2019;190(1):251–261. doi: 10.1007/s12011-018-1516-6
- Ghafuri Y, Kamani H, Bazrafshan E, Atafar Z, Khasaie M, Mahvi AH. Cancer and non-cancer risk of arsenic in drinking water: a case study. *Health Scope*. 2017;6(4):e13013. doi: 10.5812/jhealthscope.13013
- Duggal V, Rani A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of metals in groundwater via ingestion and dermal absorption pathways for children and adults in Malwa Region of Punjab. *J Geol Soc India*. 2018;92:187–194. doi: 10.1007/s12594-018-0980-0
- Chaudhry AK, Sachdeva P. Groundwater quality and non-carcinogenic health risk assessment of nitrate in the semi-arid region of Punjab, India. *J Water Health*. 2020;18(6):1073–1083. doi: 10.2166/wh.2020.121
- Zhou Y, Li P, Chen M, Dong Z, Lu C. Groundwater quality for potable and irrigation uses and associated health risk in southern part of Gu'an County, North China Plain. *Environ Geochem Health*. 2021;43(2):813–835. doi: 10.1007/s10653-020-00553-y
- Kaur L, Rishi MS, Siddiqui AU. Deterministic and probabilistic health risk assessment techniques to evaluate non-carcinogenic human health risk (NHHR) due to fluoride and nitrate in groundwater of Panipat, Haryana, India. *Environ Pollut*. 2020;259:113711. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113711
- Singh G, Rishi MS, Herojeet R, Kaur L, Sharma K. Evaluation of groundwater quality and human health risks from fluoride and nitrate in semi-arid region of northern India. *Environ Geochem Health*. 2020;42(7):1833–1862. doi: 10.1007/s10653-019-00449-6
- Lugovaya EA, Stepanova EM. Features of the content of drinking water in the city of Magadan and population health. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(3):241–246. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-3-241-246
- Abramkin AV, Rakhmanov RS. To the question about the quality of drinking water system of centralized drinking water supply of Republic of Mordovia. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(2(287)):41–43. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-287-2-41-43
- Bogdanova VD, Kiku PF, Kisilitsyna LV. Hygienic assessment of drinking water from underground sources taken from centralized water supply systems on Island Russkiy. *Health Risk Analysis*. 2020;(2):28–37. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2020.2.03
- Kiku PF, Kisilitsyna LV, Bogdanova VD, Sabirova KM. Hygienic evaluation of the quality of drinking water and risks for the health of the population of the Primorye Territory. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(1):94–101. (In Russ.)
- Mehantiev II. Health risks for the population of the Voronezh Region related to drinking water quality. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(4(325)):37–42. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-37-42



**Молекулярно-генетический анализ возбудителей бактериальных пневмоний, ассоциированных с COVID-19, в стационарах г. Ростова-на-Дону**

А.К. Носков¹, А.Ю. Попова², А.С. Водопьянов¹, Р.В. Писанов¹, О.С. Чемисова¹,
Н.В. Павлович¹, Ю.В. Демина², Е.Н. Гудуева¹, Е.В. Ковалев³, Г.В. Карпущенко⁴

¹ ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, ул. М. Горького, д. 117/40, г. Ростов-на-Дону, 344002, Российская Федерация

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, ул. Баррикадная, д. 2/1, г. Москва, 125993, Российская Федерация

³ Управление Роспотребнадзора по Ростовской области, ул. 18-я линия, д. 17, г. Ростов-на-Дону, 344019, Российская Федерация

⁴ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» Роспотребнадзора, ул. 7-я линия, д. 67, г. Ростов-на-Дону, 344019, Российская Федерация

Резюме

Введение. Присоединение бактериальной суперинфекции на фоне COVID-19 является одной из основных причин, приводящих к более тяжелому течению болезни у пациента, повышению риска неблагоприятного исхода заболевания и, как следствие, увеличению времени пребывания в стационаре. В связи с этим большое внимание исследователей уделяется изучению генетических маркеров, позволяющих выявлять клональные связи между различными изолятами возбудителей бактериальных коинфекций, что в свою очередь позволяет дифференцировать внутрибольничные и внебольничные случаи заражения.

Цель – изучение генетического разнообразия и клональных связей *A. baumannii* и *P. aeruginosa*, выделенных от пациентов с новой коронавирусной инфекцией в г. Ростове-на-Дону.

Материалы и методы. Исследовали биологический материал от 217 пациентов с диагнозом «внебольничная пневмония», находившихся на амбулаторном лечении или в стационарах г. Ростова-на-Дону. Полногеномное секвенирование штаммов *A. baumannii* и *P. aeruginosa* проведено на секвенаторе MiSeq (Illumina, США). Отбор SNP-маркеров проводили с помощью авторского программного обеспечения, написанного на языках Java и Python. Кластерный анализ и построение дендрограммы проводили с использованием авторского программного обеспечения по методу UPGMA. Для построения дендрограммы применена программа MEGA 5.

Результаты. Установлен спектр этиологических агентов бактериальной природы, вызывающих развитие вторичной инфекции на фоне COVID-19. По результатам полногеномного секвенирования 10 возбудителей пневмоний, выделенных от пациентов с новой коронавирусной инфекцией, выявлена клональность отдельных штаммов. Доказано внутрибольничное происхождение двух изолятов *P. aeruginosa* и двух – *A. baumannii*, в свою очередь анализ плазмидного состава подтвердил их внутрибольничное происхождение. Присоединение вторичной бактериальной инфекции у пациентов, находящихся на лечении, может быть обусловлено как патологическим развитием доминирующей микрофлоры слизистых верхних дыхательных путей, обеспечивающей нормобиоценоз у здоровых людей, так и несоблюдением в должном объеме принципов противоэпидемического режима и инфекционной безопасности в медицинских организациях в отношении инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи.

Заключение. Проведенный анализ позволил определить этиологическую структуру пневмоний, у пациентов с COVID-19. Данные полногеномного секвенирования с последующим биоинформационным анализом позволили выявить внутрибольничное происхождение ряда штаммов *P. aeruginosa* и *A. baumannii*.

Ключевые слова: COVID-19, внебольничная пневмония, нозокомиальные инфекции, *A. baumannii*, *P. aeruginosa*, SNP-типирование.

Для цитирования: Носков А.К., Попова А.Ю., Водопьянов А.С., Писанов Р.В., Чемисова О.С., Павлович Н.В., Демина Ю.В., Гудуева Е.Н., Ковалев Е.В., Карпущенко Г.В. Молекулярно-генетический анализ возбудителей бактериальных пневмоний, ассоциированных с COVID-19, в стационарах г. Ростова-на-Дону // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 64–71. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-64-71>

Сведения об авторах:

✉ **Носков** Алексей Кимович – к.м.н., директор ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: noskov-epid@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>.

Попова Анна Юрьевна – д.м.н., профессор Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования; e-mail: kaf.orgses.rmapo@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>.

Водопьянов Алексей Сергеевич – к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории молекулярной биологии природно-очаговых и зоонозных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-3231>.

Писанов Руслан Вячеславович – к.м.н., заведующий лабораторией молекулярной биологии природно-очаговых и зоонозных инфекций ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6114-9891>.

Чемисова Ольга Сергеевна – к.б.н., заведующая лабораторией «Коллекция патогенных микроорганизмов» ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4059-2878>.

Павлович Наталья Владимировна – д.м.н., заведующая лабораторией ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8287-4294>.

Демина Юлия Викторовна – д.м.н., профессор Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования; e-mail: kaf.orgses.rmapo@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0538-1992>.

Гудуева Елена Николаевна – младший научный сотрудник «Коллекция патогенных микроорганизмов» ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-4638>.

Ковалев Евгений Владимирович – руководитель Управления Роспотребнадзора по Ростовской области; e-mail: master@61.rospotrebнадzor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-4638>.

Карпущенко Гарри Викторович – к.м.н., главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области»; e-mail: master@donses.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4672-8753>.

Информация о вкладе авторов: Носков А.К. – разработка дизайна исследований, анализ полученных данных, написание текста рукописи; Попова А.Ю. – разработка дизайна исследований, анализ полученных данных; Водопьянов А.С. – разработка дизайна исследований, анализ полученных данных, написание текста рукописи; Писанов Р.В. – получение данных для анализа; Чемисова О.С. – разработка дизайна исследований, анализ полученных данных, написание текста рукописи; Павлович Н.В. – получение данных для анализа; Демина Ю.В. – разработка дизайна исследований; Гудуева Е.Н. – получение данных для анализа, анализ полученных данных; Ковалев Е.В. – получение данных для анализа; Карпущенко Г.В. – получение данных для анализа.

Molecular Genetic Analysis of the Causative Agents of COVID-19-Associated Bacterial Pneumonia in Hospitals of Rostov-on-Don

Aleksey K. Noskov,¹ Anna Yu. Popova,² Alexey S. Vodop'ianov,¹ Ruslan V. Pisanov,¹
Olga S. Chemisova,¹ Natalia V. Pavlovich,¹ Yulia V. Demina,² Elena N. Gudueva,¹
Evgeny V. Kovalev,³ Garry V. Karpushchenko⁴

¹Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute,
117/40 Maxim Gorky Street, Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,
2/1 Barrikadnaya Street, Moscow, 125993, Russian Federation

³Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the
Rostov Region, 17 18th Line Street, Rostov-on-Don, 344019, Russian Federation

⁴Center for Hygiene and Epidemiology in the Rostov Region,
67 7th Line Street, Rostov-on-Don, 344019, Russian Federation

Summary

Introduction: Hospital-acquired bacterial superinfections in COVID-19 patients are one of the main reasons of a severe course of the disease, a higher risk of adverse outcomes, and, consequently, a longer hospital stay. Much attention is, therefore, paid to the study of genetic markers enabling identification of clonal relationships between different isolates of the causative agents of bacterial co-infections, which, in their turn, help distinguish between hospital- and community-acquired cases of infectious diseases.

Objective: To study the genetic diversity and clonal relationships of *A. baumannii* and *P. aeruginosa* isolated from patients with a novel coronavirus disease (COVID-19) in Rostov-on-Don.

Materials and methods: We tested biological specimens from 217 in- and outpatients with community-acquired pneumonia in the city of Rostov-on-Don. Whole-genome sequencing of *A. baumannii* and *P. aeruginosa* strains was performed using a MiSeq sequencer (Illumina, USA). SNP markers were selected using proprietary software written in Java and Python. Cluster analysis and dendrogram construction were performed using the author's software using the UPGMA method. The MEGA 5 software was used to build the dendrogram.

Results: We established the spectrum of bacteria causing the development of secondary infection associated with COVID-19. Results of the whole-genome sequencing of 10 pneumonia pathogens isolated from patients with the novel coronavirus disease revealed clonality of individual strains. The nosocomial origin of two isolates of *P. aeruginosa* and two of *A. baumannii* was demonstrated and confirmed by the analysis of their plasmid composition. Secondary bacterial infection in COVID-19 patients may be attributed to the pathological development of the dominant microflora of the upper respiratory tract mucosa, which provides normal biocenosis in healthy people, or non-compliance with basic principles of hospital hygiene and infection control precautions.

Conclusion: The research helped determine the etiological structure of pneumonia in patients with COVID-19. Whole-genome sequencing and the following bioinformatic analysis revealed the nosocomial origin of a number of strains of *P. aeruginosa* and *A. baumannii*.

For citation: Noskov AK, Popova AY, Vodop'ianov AS, Pisanov RV, Chemisova OS, Pavlovich NV, Demina YuV, Gudueva EN, Kovalev EV, Karpushchenko GV. Molecular genetic analysis of the causative agents of COVID-19-associated bacterial pneumonia in hospitals of Rostov-on-Don. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):64-71. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-64-71>

Author information:

✉ Aleksey K. Noskov, Cand. Sci. (Med.), Director of the Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: noskov-epid@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>.

Anna Yu. Popova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; e-mail: kaf.orgses.rmapo@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>.

Alexey S. Vodop'ianov, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory of Molecular Biology of Natural Focal and Zoonotic Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-3231>.

Ruslan V. Pisanov, Cand. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Molecular Biology of Natural Focal and Zoonotic Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7178-8021>.

Olga S. Chemisova, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory of Culture Collection of Pathogenic Microorganisms, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4059-2878>.

Natalia V. Pavlovich, Dr. Sci. (Med.), Head of the Tularemia Laboratory, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8287-4294>.

Yulia V. Demina, Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; e-mail: kaf.orgses.rmapo@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0538-1992>.

Elena N. Gudueva, Junior Researcher, Laboratory of Culture Collection of Pathogenic Microorganisms, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6114-9891>.

Evgeny V. Kovalev, Head of the Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Rostov Region; e-mail: master@61.rosпотребнадзор.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-4638>.

Garry V. Karpushchenko, Cand. Sci. (Med.), Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in the Rostov Region; e-mail: master@donses.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4672-8753>.

Author contributions: Noskov A.K., Vodop'ianov A.S., and Chemisova O.S. developed the study conception and design, analyzed data, and wrote the manuscript; Popova A.Yu. developed the study conception and design and interpreted data; Pisanov R.V., Pavlovich N.V., Kovalev E.V., and Karpushchenko G.V. acquired data for analysis; Demina Yu.V. developed the study design; Gudueva E.N. acquired and analyzed data. All authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the manuscript.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Respect for patients' rights: The study was conducted in compliance with the ethical standards set out in the Declaration of Helsinki. The study design was approved by the Bioethics Committee of the Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute, Minutes 16 of August 5, 2020.

Received: May 27, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Присоединение бактериальной суперинфекции на фоне COVID-19 является одной из основных причин, приводящих к более тяжелому течению болезни у пациента, повышению риска неблагоприятного исхода заболевания и, как следствие, увеличению времени пребывания в стационаре [1–6]. Так, например, *Acinetobacter baumannii*, резистентный к карбопенемам, явился этиологическим фактором продолжительной вспышки внутрибольничной инфекции в Нью-Джерси, что, по мнению исследователей, было связано с его способностью длительно сохраняться на различных поверхностях и руках медицинских работников [7]. Не меньшую проблему представляет собой синегнойная палочка — *Pseudomonas aeruginosa*, что особенно актуально ввиду приобретения ей множественной антибиотикорезистентности. По данным ряда авторов, *P. aeruginosa* является одним из возбудителей бактериальных пневмоний, ассоциированных с COVID-19 [7–10].

В связи с этим большое внимание исследователей уделяется изучению генетических маркеров, позволяющих выявлять клональные связи между различными изолятами возбудителей бактериальных коинфекций, что в свою очередь позволяет дифференцировать внутрибольничные и внебольничные случаи заражения [11].

Другим важным аспектом является увеличение удельного веса патогенов, обладающих множественной лекарственной устойчивостью, обусловленной конъюгативными плазмидами [12–14]. Согласно данным литературы именно такие плазмиды являются одной из причин формирования внутрибольничных штаммов, обеспечивая их селективное преимущество перед возбудителями внебольничных инфекций [15, 16]. Причем особенно остро эта проблема актуализировалась в период пандемии COVID-19 из-за существенно возросшей нагрузки на стационары. В настоящее время благодаря современным молекулярно-генетическим методам, в частности высокопроизводительному полногеномному секвенированию, становится возможным обнаружение подобных генетических элементов и раскрытие механизмов множественной антибиотикоустойчивости [17, 18].

Ранее нами показано, что особенностью внебольничных пневмоний у больных с лабораторно подтвержденным COVID-19 является более высокая частота микст-инфекций как вирусной, так и бактериальной этиологии, в том числе

характеризующихся полирезистентностью к антибактериальным препаратам [19].

Цель настоящего исследования состояла в изучении генетического разнообразия и клональных связей *A. baumannii* и *P. aeruginosa*, выделенных от пациентов с новой коронавирусной инфекцией в г. Ростове-на-Дону.

Материалы и методы. В период 2–24 декабря 2020 г. в г. Ростове-на-Дону выполнено исследование 217 проб мокроты от больных с внебольничной пневмонией, находившихся в двух городских больницах г. Ростова-на-Дону, обозначенных как медицинские организации «А» и «Б». Критериями включения в исследование являлись возраст старше 18 лет, установленный диагноз внебольничной пневмонии (J 18.9) согласно Российским национальным рекомендациям по внебольничной пневмонии (2019) и информированное согласие пациента на участие в исследовании. Пациентов обследовали двукратно: при поступлении в стационар и через 6–10 дней после лечения в стационаре.

Для выявления микроорганизмов на объектах окружающей среды отбирали смывы в палатах и других помещениях в соответствии с МУК 4.2.2942–11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях».

Проведен молекулярно-генетический анализ геномного разнообразия возбудителей внебольничных пневмоний, изучено пять штаммов *P. aeruginosa* и пять штаммов *A. baumannii* (табл. 1).

Полногеномное секвенирование проведено на секвенаторе MiSeq (Illumina, США). Для тримминга использовали алгоритм Trimmomatic [20]. Сборку геномов проводили с применением геномного ассемблера Spades [21]. В сравнительный анализ включены данные полногеномного секвенирования штаммов *P. aeruginosa* и *A. baumannii*, полученные из базы данных NCBI. Отбор SNP-маркеров проводили с помощью авторского программного обеспечения, написанного на языках Java и Python [22]. Кластерный анализ и построение дендрограммы проводили с использованием авторского программного обеспечения по методу UPGMA. Для визуализации построенной дендрограммы применена программа MEGA 5 [23].

С целью амплификации плазмид из суточных культур микроорганизмов готовили взвесь 10^9 мк.кл./мл в жидкой среде LB, содержащей

Таблица 1. Штаммы, использованные в работе

Table 1. Strains used in the study

Штамм / Strain	Учреждение / Institution	Вид исследования / Type of research
<i>A. baumannii</i>		
39924	МБУЗ «ГБ «А» г. Ростова-на-Дону» / Rostov-on-Don City Hospital A	Первичное исследование / Primary research
39442		
44116		Повторное исследование / Repeated research
44109		
168		Смыв с ООС / Swab samples from hospital objects
<i>P. aeruginosa</i>		
39926	МБУЗ «ГБ «А» г. Ростова-на-Дону» / Rostov-on-Don City Hospital A	Первичное исследование / Primary research
45048		Повторное исследование / Repeated research
45287	МБУЗ «ГБ «Б» г. Ростова-на-Дону» / Rostov-on-Don City Hospital B	Повторное исследование / Repeated research
45528		Первичное исследование / Primary research
44712		Повторное исследование / Repeated research

Original article

смесь антибиотиков (цефтриаксон 5 мкг/мл, хлорамфеникол 5 мкг/мл, цефотаксим 5 мкг/мл), и инкубировали при 37 °C 12 часов. После инкубации 1 мл каждой культуры переносили в пластиковые пробирки. Бактерии осаждали центрифугированием и проводили выделение ДНК с использованием набора реагентов «Рибо-преп» (ООО «Амплисенс», г. Москва).

Результаты и обсуждение. В результате обследования 217 пациентов с диагнозом «внебольничная пневмония» в первый день поступления в стационар медицинских организаций «А» и «Б» наличие SARS-CoV-2 лабораторно подтверждено у 71 пациента (32,7 %). Установлено, что частота случаев ВП увеличивалась пропорционально возрасту пациентов. Так, 76,7 % случаев ВП зарегистрировано у лиц старше 50 лет, при этом наибольшее (32,5 %) число заболевших отмечено среди пациентов от 60 до 69 лет. По данным National Center for Health Statistics, у пожилых людей заболеваемость внебольничной пневмонией в два раза выше, чем у лиц молодого возраста, а сопутствующие заболевания, нередко с декомпенсацией, усложняют лечение больного и ухудшают прогноз заболевания [24]. В связи с этим особенно важно было определить спектр этиологических агентов, способных утяжелить течение внебольничной пневмонии, ассоциированной с COVID-19. В ходе проведенного бактериологического исследования мокроты от больных у 52,1 % (113 из 217) пациентов с внебольничной пневмонией были выявлены возбудители бактериальной и грибковой природы.

Следует отметить, что наиболее часто встречающийся этиологический агент внебольничных пневмоний *Streptococcus pneumoniae* не был обнаружен в данном исследовании, что может быть связано с высоким охватом населения Ростовской области вакцинацией от пневмококков. Наиболее частым этиологическим агентом ВП бактериальной природы являлись плазмокоагулирующие стафилококки (*Staphylococcus aureus*), которые обнаружены у 5,5 % пациентов. Были зарегистрированы случаи выделения представителей семейства *Enterobacteriaceae*, в том числе *Escherichia coli* (у 1,8 % пациентов) и *Klebsiella pneumoniae* (2,3 %), а также культур неферментирующих грамотрицательных

бактерий (НГБО), преимущественно *A. baumannii* (2,3 %) и *P. aeruginosa* (1,4 %). В структуре изолированной микрофлоры преобладали грибы рода *Candida*, среди которых 71,4 % пришлось на долю *C. albicans* (рис. 1).

Регулярное использование инвазивных методов лечения у пациентов с SARS-CoV-2, применение в схеме лечения данной группы пациентов кортикостероидных препаратов увеличивает риск распространения внутрибольничной инфекции среди пациентов. В связи с вышеизложенным проведено повторное обследование пациентов через 6–10 дней после лечения в стационаре. В результате присоединение вторичной инфекции отмечено у 51,6 % пациентов. Из возбудителей бактериальной природы преобладали типичные представители нозокомиальных инфекций — неферментирующие грамотрицательные бактерии *A. baumannii* (у 8,0 % пациентов с вторичной инфекцией), *P. aeruginosa* (3,2 %) и *K. pneumoniae* (6,4 %), в том числе характеризующиеся полирезистентностью к антибактериальным препаратам.

В результате исследования смывов из ООС (палат, коридоров) изолированы устойчивые к широкому спектру антибактериальных препаратов культуры *S. haemolyticus* и *A. baumannii*.

Дальнейшая работа была направлена на анализ источника присоединения вторичной инфекции у пациентов с пневмонией, для этого отобраны штаммы *A. baumannii* и *P. aeruginosa*.

Молекулярно-генетический анализ штаммов *P. aeruginosa*

Проведен сравнительный анализ пяти геномов *P. aeruginosa* и составлен перечень SNP-маркеров для последующего анализа. По итогам этого этапа отобрано 41 898 SNP, расположенных в открытых рамках считывания.

Последующий анализ коллекции геномов *P. aeruginosa*, состоящей из пяти изолятов, выделенных в г. Ростове-на-Дону, и 53 штаммов из базы данных NCBI, позволил построить дендрограмму, отражающую филогенетические связи между изучаемыми штаммами (рис. 2). В ряде случаев прослеживается четкая географическая приуроченность отдельных групп штаммов. Так, например, штаммы, выделенные в Москве в 2019–2020 гг., попали в отдельный кластер,

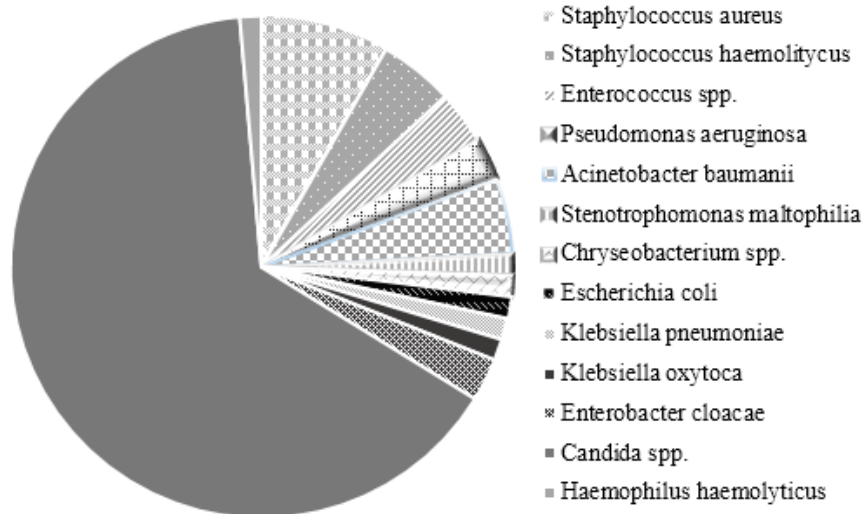


Рис. 1. Спектр этиологических возбудителей внебольничных пневмоний, ассоциированных с COVID-19

Fig. 1. Spectrum of etiological pathogens of community-acquired pneumonia associated with COVID-19

отличаясь от кластера штаммов из Нижнего Новгорода.

Штаммы *P. aeruginosa*, выделенные в г. Ростове-на-Дону в 2020 г., распределились между четырьмя кластерами. Изоляты *P. aeruginosa* №№ 44712 и 45287, выделенные в медицинской организации «Б», попали в общий кластер, отличаясь друг от друга по 13 SNP. В совокупности с данными о времени пребывания пациента в стационаре (забор мазка проводился повторно на 10-й день госпитализации) это свидетельствует о внутрибольничном заражении единым клоном *P. aeruginosa*, циркулирующим в данном стационаре. Необходимо отметить, что отличие описанных штаммов от изолята *P. aeruginosa* № 45528, выделенного в этой же больнице, но при взятии биологического материала в день поступления в стационар, составило уже более 8 тысяч SNP, что подтверждает его принадлежность к другому клону и присоединение коинфекции, по-видимому, за счет развития условно-патогенной микрофлоры на фоне поражения респираторной системы вирусом SARS-CoV-2.

Подробный анализ полученных полногеномных последовательностей пяти штаммов *P. aeruginosa* позволил выявить последовательности конъюгативной плазмиды NC11MDR19 размером 19217 п.о., в которой обнаружены 35 генов, в том числе пять идентифицированы как гены множественной антибиотикоустойчивости и один ген — устойчивости к дезинфектантам (табл. 2). Весьма примечательно, что данная плазмида обнаружена в двух штаммах *P. aeruginosa* №№ 44712 и 45287, выделенных от больных, госпитализированных в медицинскую организацию «Б», что также свидетельствует в пользу их общего внутрибольничного происхождения. Следует отметить, что в смывах из объектов окружающей среды данного стационара штаммы *P. aeruginosa* изолированы не были. Тем не менее результаты проведенных исследований подтверждают внутрибольничное распространение возбудителя нозокомиальной инфекции *P. aeruginosa*. В то же время два штамма *P. aeruginosa*, выделенные от пациентов стационара «А», отнесены к разным клонам, т. е. доказательств внутрибольничного заражения пациента, проходящего лечение в данной медицинской организации, нами не получено.

Молекулярно-генетический анализ штаммов *A. baumannii*

С целью изучения генетического разнообразия штаммов *A. baumannii* создана рабочая коллекция, в которую вошли пять геномов, полученных из биологического материала от больных, госпитализированных в медицинскую организацию «А», и 61 геном из базы данных NCBI. По итогам составлен перечень из 77 408 SNP, расположенных в открытых рамках считывания, что позволило построить дендрограмму, отражающую степень генетической связи между различными штаммами (рис. 3).

Анализ дендрограммы показал, что штаммы *A. baumannii* №№ 44116 и 44109 представляют собой один клон, отличаясь друг от друга на два SNP. При этом от наиболее генетически близкого им штамма

AbCTX4, выделенного во Франции (2015 г.), их отличало уже 448 SNP. Учитывая, что данные штаммы были отобраны у пациентов на 10-й день госпитализации, это доказывает, что они представляют собой общий внутрибольничный клон, циркулирующий в медицинской организации «А».

Три штамма *A. baumannii* №№ 168, 39442 и 39924 образуют общий кластер, отличаясь между собой на 8-17 SNP. От штамма *A. baumannii* № CriePir87 их отличали 32 единичные нуклеотидные замены. Важно отметить, что два из этих штаммов — №№ 39442 и 39924 — были выделены от пациентов в момент поступления в стационар, в то время как штамм № 168 был выделен из смыва с объектов внешней среды. Сходные данные получены группой авторов при изучении штаммов *A. baumannii* из различных стационаров — были выявлены совпадающие PFGE-типы между клиническими изолятами и штаммами из окружающей среды [25].

Подробный биоинформационный анализ позволил выявить у двух штаммов *A. baumannii*

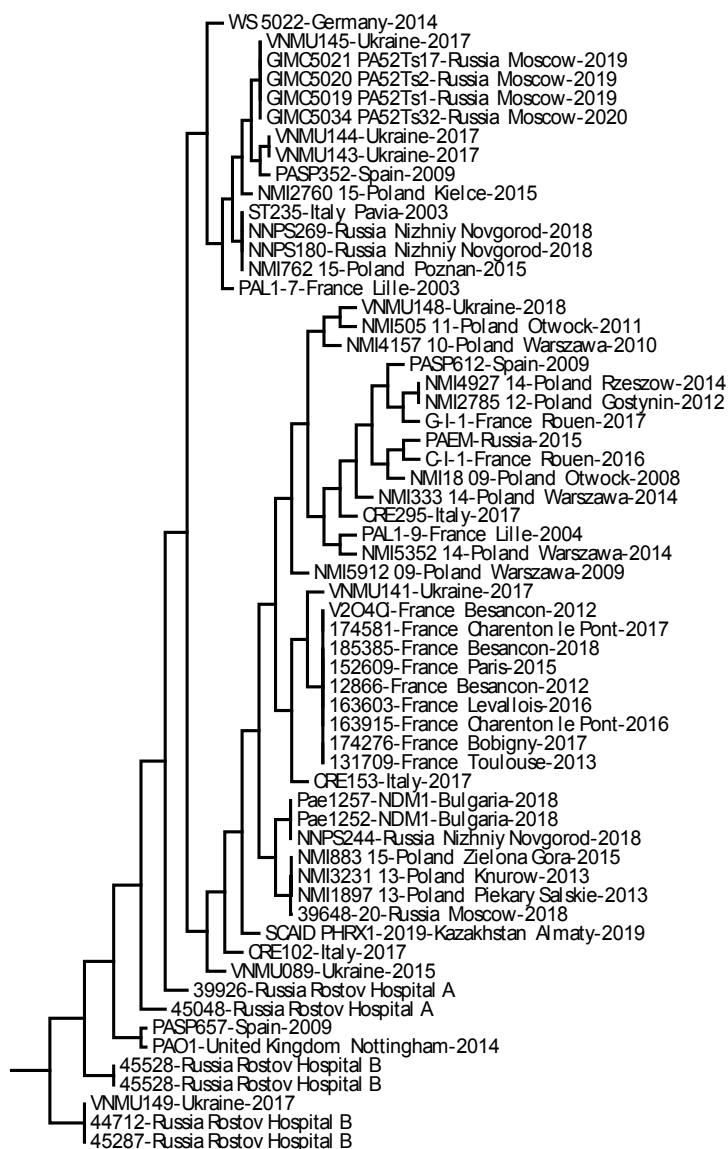


Рис. 2. Дендрограмма, отражающая филогенетические связи между изучаемыми штаммами *P. aeruginosa*

Fig. 2. Dendrogram showing phylogenetic relationships between the studied *P. aeruginosa* strains

Таблица 2. Некоторые гены плазмиды NC11MDR19

Table 2. Some genes of plasmid NC11MDR19

№	Название гена / Gene	Описание / Description
1	Chloramphenicol efflux MFS transporter Cmx	Устойчивость к хлорамфениколу / Resistance to chloramphenicol
2	Dihydropteroate synthase	Устойчивость к сульфаниламидам / Resistance to sulfonamides
3	Mercury (II) reductase	Устойчивость к ртути содержащим препаратам / Resistance to mercury-containing drugs
4	Beta-lactamase OXA-2	Беталактамаза широкого спектра действия / Extended spectrum beta-lactamase
5	Aminoglycoside N-acetyltransferase AAC(6')-II	Ацетилтрансфераза, устойчивость к аминогликозидам / Acetyltransferase, resistance to aminoglycosides
6	QacAΔ1	Устойчивость к дезинфектантам / Resistance to disinfectants

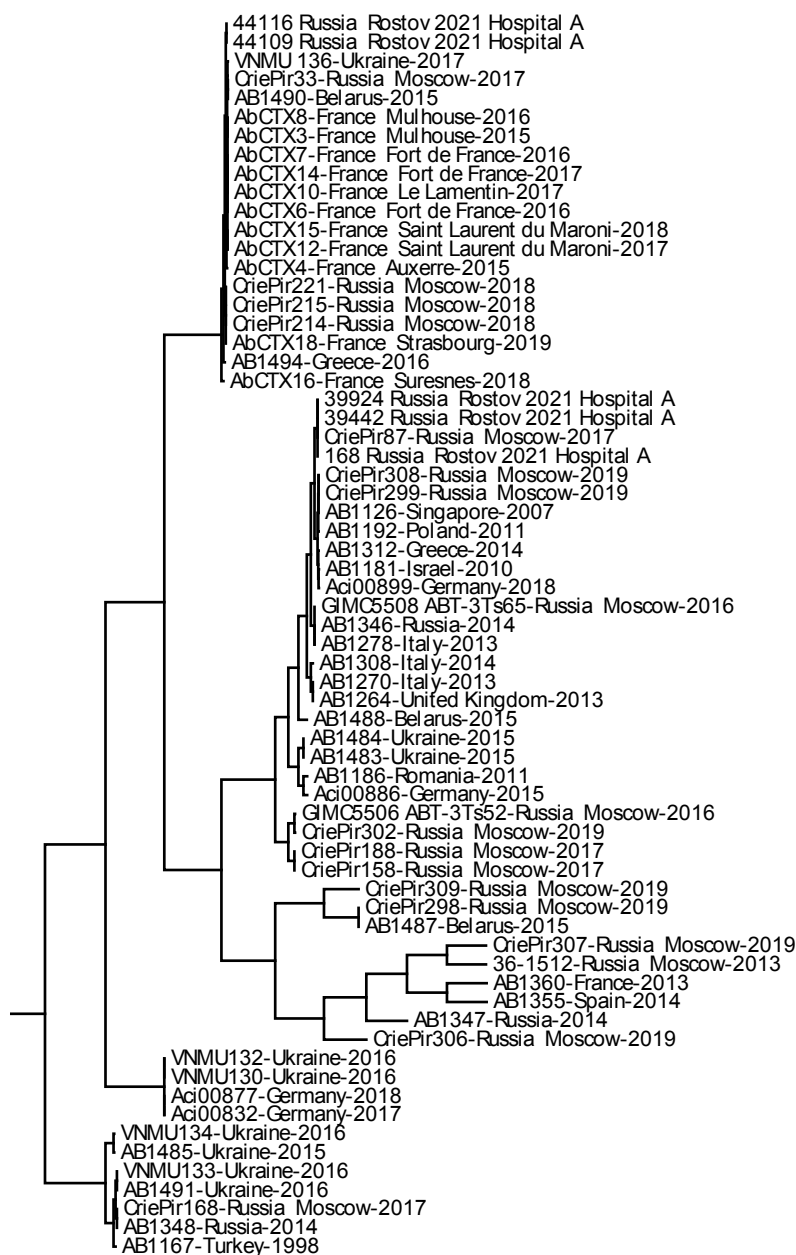


Рис. 3. Дендрограмма, отражающая филогенетические связи между изучаемыми штаммами *A. baumannii*

Fig. 3. Dendrogram showing phylogenetic relationships between the studied *A. baumannii* strains

Original article

- рования // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2020. Т. 97. № 6. С. 587–593. doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-6-9
23. Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol.* 2011;28(10):2731–2739. doi: 10.1093/molbev/msr121
 24. Яковлев С.В. Внебольничная пневмония у пожилых: особенности этиологии, клинического течения и антибактериальной терапии // Русский Медицинский Журнал № 16 от 16.08.1999. С. 763.
 25. Boral B, Unaldi Ö, Ergin A, Durmaz R, Eser İK; Acinetobacter Study Group [Corporate Author]. A prospective multicenter study on the evaluation of antimicrobial resistance and molecular epidemiology of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* infections in intensive care units with clinical and environmental features. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2019;18(1):19. doi: 10.1186/s12941-019-0319-8

References

1. Durán-Manuel EM, Cruz-Cruz C, Ibáñez-Cervantes G, et al. Clonal dispersion of *Acinetobacter baumannii* in an intensive care unit designed to patients COVID-19. *J Infect Dev Ctries.* 2021;15(1):58–68. doi: 10.3855/jidc.13545
2. Mirzaei R, Goodarzi P, Asadi M, et al. Bacterial co-infections with SARS-CoV-2. *IUBMB Life.* 2020;72(10):2097–2111. doi: 10.1002/iub.2356
3. Nasr P. Genetics, epidemiology, and clinical manifestations of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. *J Hosp Infect.* 2020;104(1):4–11. doi: 10.1016/j.jhin.2019.09.021
4. Mohd Sazly Lim S, Zainal Abidin A, Liew SM, Roberts JA, Sime FB. The global prevalence of multidrug-resistance among *Acinetobacter baumannii* causing hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia and its associated mortality: A systematic review and meta-analysis. *J Infect.* 2019;79(6):593–600. doi: 10.1016/j.jinf.2019.09.012
5. Esaulenko NB, Tkachenko OV. [Change in bacterial flora sensitivity in Covid-19 patients. Results of own research.] *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika.* 2021;66(S4):80. (In Russ.)
6. Bissenova NM, Yergaliyeva AS. Microbiological indicators of patients with confirmed infection Covid-19. *Nauka i Zdravookhranenie.* 2020;22(6):5–10. (In Russ.) doi: 10.34689/SH.2020.22.6.001
7. Perez S, Innes GK, Walters MS, et al. Increase in hospital-acquired carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* infection and colonization in an acute care hospital during a surge in COVID-19 admissions – New Jersey, February–July 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69(48):1827–1831. doi: 10.15585/mmwr.mm6948e1
8. Baiou A, Elbuzidi AA, Bakdach D, et al. Clinical characteristics and risk factors for the isolation of multi-drug-resistant Gram-negative bacteria from critically ill patients with COVID-19. *J Hosp Infect.* 2021;110:165–171. doi: 10.1016/j.jhin.2021.01.027
9. Wieland K, Chhatwal P, Vonberg RP. Nosocomial outbreaks caused by *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa*: Results of a systematic review. *Am J Infect Control.* 2018;46(6):643–648. doi: 10.1016/j.ajic.2017.12.014
10. Ronda VE, Alcaraz SR, Torregrosa PR, et al. Application of validated severity scores for pneumonia caused by SARS-CoV-2. *Med Clin (Barc).* 2021;157(3):99–105. doi: 10.1016/j.medcli.2021.01.002
11. Acosta F, Fernández-Cruz A, Maus SR, et al. In-depth study of a nosocomial outbreak caused by extensively drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* using whole genome sequencing coupled with a polymerase chain reaction targeting strain-specific single nucleotide polymorphisms. *Am J Epidemiol.* 2020;189(8):841–849. doi: 10.1093/aje/kwaa025
12. Makke G, Bitar I, Salloum T, et al. Whole-genome-sequencing-based characterization of extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* hospital outbreak. *mSphere.* 2020;5(1):e00934–19. doi: 10.1128/mSphere.00934-19
13. Hujer AM, Higgins PG, Rudin SD, et al. Nosocomial outbreak of extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* isolates containing *bla_{OXA-237}* carried on a plasmid. *Antimicrob Agents Chemother.* 2017;61(11):e00797–17. doi: 10.1128/AAC.00797-17
14. Botelho J, Grosso F, Peixe L. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa* – Mechanisms, epidemiology and evolution. *Drug Resist Updat.* 2019;44:100640. doi: 10.1016/j.drug.2019.07.002
15. Loraine J, Heinz E, Soontarach R, et al. Genomic and phenotypic analyses of *Acinetobacter baumannii* isolates from three tertiary care hospitals in Thailand. *Front Microbiol.* 2020;11:548. doi: 10.3389/fmicb.2020.00548
16. Khatun MN, Farzana R, Lopes BS, Shamsuzzaman SM. Molecular characterization and resistance profile of nosocomial *Acinetobacter baumannii* intensive care unit of tertiary care hospital in Bangladesh. *Bangladesh Med Res Counc Bull.* 2015;41(2):101–107. doi: 10.3329/bmrcb.v41i2.29991
17. Murata K, Inoue Y, Kaiho M, et al. Genomic analysis of antibiotic resistance for *Acinetobacter baumannii* in a critical care center. *Acute Med Surg.* 2019;7(1):e445. doi: 10.1002/ams2.445
18. Wareth G, Brandt C, Sprague LD, Neubauer H, Pletz MW. Spatio-temporal distribution of *Acinetobacter baumannii* in Germany – A comprehensive systematic review of studies on resistance development in humans (2000–2018). *Microorganisms.* 2020;8(3):375. doi: 10.3390/microorganisms8030375
19. Popova AYU, Ezhlova EB, Demina YuV, et al. Features of etiology of community-acquired pneumonia associated with COVID-19. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;4(4):99–105. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-99-105
20. Bolger AM, Lohse M, Usadel B. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics.* 2014;30(15):2114–2120. doi: 10.1093/bioinformatics/btu170
21. Bankevich A, Nurk S, Antipov D, et al. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *J Comput Biol.* 2012;19(5):455–477. doi: 10.1089/cmb.2012.0021
22. Vodopianov AS, Pisanov RV, Vodopianov SO, Oleynikov IP. Improvement of the technique of SNP-typing of *Vibrio cholerae* strains on the basis of the analysis of the primary data of whole genome sequencing. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2020;97(6):587–593. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-6-9
23. Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol.* 2011;28(10):2731–2739. doi: 10.1093/molbev/msr121
24. Yakovlev SV. [Community-acquired pneumonia in the elderly: features of etiology, clinical course and antibacterial therapy.] *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal.* 1999;(16):763. (In Russ.) Accessed December 10, 2021. https://www.rmj.ru/articles/geriatriya/Vnebolynichnaya_pnevmoniya_u_pogilyh_osobennosti_etiologii_klinicheskogo_techeniya_i_antibakterialnoy_terapii/
25. Boral B, Unaldi Ö, Ergin A, Durmaz R, Eser İK; Acinetobacter Study Group [Corporate Author]. A prospective multicenter study on the evaluation of antimicrobial resistance and molecular epidemiology of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* infections in intensive care units with clinical and environmental features. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 2019;18(1):19. doi: 10.1186/s12941-019-0319-8



Современное состояние природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций на территории Ставропольского края

Н.Ф. Василенко¹, Д.А. Прислегина^{1,2}, Е.А. Манин¹, Л.И. Шапошникова¹, У.М. Ашибок¹,
А.С. Волынкина¹, Я.В. Лисицкая¹, О.В. Малецкая¹, А.Н. Куличенко¹

¹ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора,
ул. Советская, д. 13–15, г. Ставрополь, 355035, Российская Федерация

²ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора,
ул. Новогиреевская, д. 3а, г. Москва, 111123, Российская Федерация

Резюме

Введение. Клещевые трансмиссивные инфекции представляют серьезную угрозу для эпидемиологического благополучия населения Ставропольского края, занимая более 70 % в общей структуре природно-очаговых инфекционных болезней, ежегодно регистрируемых на данной территории. Широкий спектр прокормителей способствует высокой численности членистоногих переносчиков и поддержанию активности природных очагов.

Цель исследования: оценить активность природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций на территории Ставропольского края в современный период (2016–2020 гг.).

Материалы и методы. Использованы донесения, предоставленные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае» Научно-методическому центру по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II–IV групп патогенности для субъектов Северо-Кавказского и Южного федеральных округов, и результаты эпизоотологического обследования территории края, проведенные специалистами ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора. Маркеры возбудителей клещевых трансмиссивных инфекций выявляли методами ИФА и ПЦР. Обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты. На территории Ставропольского края активно функционируют природные очаги Крымской геморрагической лихорадки, Ку-лихорадки, группы клещевых пятнистых лихорадок, иксодового клещевого боррелиоза, гранулоцитарного анаплазмоза и моноцитарного эрлихиоза человека, о чем свидетельствует ежегодное выявление маркеров их возбудителей. Также ежегодно регистрируются больные Крымской геморрагической лихорадкой, Лайм-боррелиозом и Ку-лихорадкой. Особую настороженность вызывает высокая инфицированность клещей рядом возбудителей клещевых трансмиссивных инфекций в курортных городах региона Кавказских Минеральных Вод.

Заключение. Установлены эпизоотические и эпидемические проявления клещевых трансмиссивных инфекций на территории Ставропольского края в современный период, что является важным звеном эпидемиологического надзора и основой для совершенствования профилактических мероприятий.

Ключевые слова: клещевые трансмиссивные инфекции, природный очаг, иксодовые клещи, Северо-Кавказский федеральный округ, эпизоотологический мониторинг, заболеваемость.

Для цитирования: Василенко Н.Ф., Прислегина Д.А., Манин Е.А., Шапошникова Л.И., Ашибок У.М., Волынкина А.С., Лисицкая Я.В., Малецкая О.В., Куличенко А.Н. Современное состояние природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций на территории Ставропольского края // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 72–78. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-72-78>

Сведения об авторах:

Василенко Надежда Филипповна – д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории эпидемиологии ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: nfvasilenko@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7054-1302>.

✉ **Прислегина** Дарья Александровна – к.м.н., научный сотрудник лаборатории эпидемиологии ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора, член временного научного коллектива по выполнению гранта РНФ ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора; e-mail: daria775@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9522-129X>.

Манин Евгений Анатольевич – к.м.н., врач-эпидемиолог лаборатории эпидемиологии ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8163-7844>.

Шапошникова Людмила Ивановна – к.б.н., заведующая лабораторией медицинской паразитологии ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3207-6742>.

Ашибок Умар Мухадинович – к.б.н., биолог лаборатории медицинской зоологии ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9197-588X>.

Волынкина Анна Сергеевна – к.б.н., заведующая лабораторией диагностики вирусных инфекций ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5554-5882>.

Лисицкая Яна Владимировна – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории диагностики вирусных инфекций ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0025-1793>.

Малецкая Ольга Викторовна – д.м.н., профессор, заместитель директора по научной и противоэпидемической работе ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3003-4952>.

Куличенко Александр Николаевич – д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, директор ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Информация о вкладе авторов: *Василенко Н.Ф.* – разработка дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи; *Прислегина Д.А.* – выборка и анализ сведений из баз данных (разрабатываемых в формате проекта №19-75-20088, финансируемого Российским научным фондом), анализ результатов эпизоотологического мониторинга; *Манин Е.А.* – обзор публикаций по теме, анализ результатов лабораторных исследований; *Шапошникова Л.И., Ашибок У.М.* – сбор и обработка полевого материала для исследования; *Волынкина А.С., Лисицкая Я.В.* – получение данных для анализа (проведение иммунологического и молекулярно-генетического исследования); *Малецкая О.В., Куличенко А.Н.* – редактирование текста рукописи, окончательное утверждение версии статьи.

Финансирование: часть исследования, посвященная анализу заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой и иксодовым клещевым боррелиозом, выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-75-20088 «Создание опирающейся на данные дистанционного зондирования Земли методологии анализа и прогнозирования влияния климатических и экологических факторов на заболеваемость природно-очаговыми инфекциями»), исполнитель – Прислегина Д.А.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 20.10.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Current Status of the Natural Foci of Tick-Borne Diseases in the Stavropol Region

Nadezhda F. Vasilenko,¹ Daria A. Prislegina,^{1,2} Evgeniy A. Manin,¹
Lyudmila I. Shaposhnikova,¹ Umar M. Ashibokov,¹ Anna S. Volynkina,¹
Iana V. Lisitskaia,¹ Olga V. Maletskaya,¹ Aleksandr N. Kulichenko¹

¹Stavropol Plague Control Research Institute, 13–15 Sovetskaya Street, Stavropol, 355035, Russian Federation

²Central Research Institute of Epidemiology, 3a Novogireevskaya Street, Moscow, 111123, Russian Federation

Summary

Background: Tick-borne diseases are a serious threat to the epidemiological safety of the population of the Stavropol Region, making up more than 70 per cent of all natural focal infectious diseases registered in this territory annually. A wide range of hosts contributes to high tick abundance, diversity of tick-borne pathogens, and maintenance of the natural foci.

Objective: To assess the activity of natural foci of tick-borne infections in the Stavropol Region in 2016–2020.

Materials and methods: We used notifications submitted by the Center for Hygiene and Epidemiology in the Stavropol Region to the Scientific and Methodological Center for Monitoring the Pathogens of Infectious and Parasitic Diseases of Pathogenicity Groups II–IV for the subjects of the North Caucasian and Southern Federal Districts and the results of an epizootological survey of the Stavropol territory by specialists of the Stavropol Plague Control Research Institute. Markers of the causative agents of tick-borne diseases were detected by ELISA and PCR methods. Data processing was carried out using Microsoft Excel 2010.

Results: Active natural foci of Crimean-Congo hemorrhagic fever, Q fever, a group of tick-borne spotted fevers, Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and human monocytic ehrlichiosis were established in the region in 2016–2020. Human cases of the Crimean-Congo hemorrhagic fever, Lyme borreliosis and Q fever were also registered annually. The abundance of infected ticks in resort towns of the Caucasian Mineral Waters is of particular concern.

Conclusion: We established up-to-date epizootic and epidemic manifestations of tick-borne infections in the Stavropol Region in the modern period, which are an important link in epidemiological surveillance and the basis for improving preventive measures.

Keywords: tick-borne diseases, natural focus, ixodid ticks, North Caucasian Federal District, epizootic monitoring, morbidity.

For citation: Vasilenko NF, Prislegina DA, Manin EA, Shaposhnikova LI, Ashibokov UM, Volynkina AS, Lisitskaia IV, Maletskaya OV, Kulichenko AN. Current status of the natural foci of tick-borne diseases in the Stavropol Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):72–78. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-72-78>

Author information:

Nadezhda F. **Vasilenko**, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Epidemiology, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: nfvasilenko@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7054-1302>.

✉ Daria A. **Prislegina**, Cand. Sci. (Med.), Researcher, Laboratory of Epidemiology, Stavropol Plague Control Research Institute; Member of the Temporary Research Team for implementation of the grant by the Russian Science Foundation to the Central Research Institute of Epidemiology; e-mail: daria775@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9522-129X>.

Evgeniy A. **Manin**, Cand. Sci. (Med.), Epidemiologist, Laboratory of Epidemiology, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8163-7844>.

Lyudmila I. **Shaposhnikova**, Cand. Sci. (Biol.), Head of Laboratory of Medical Parasitology, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3207-6742>.

Umar M. **Ashibokov**, Cand. Sci. (Biol.), Biologist, Laboratory of Medical Zoology, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9197-588X>.

Anna S. **Volynkina**, Cand. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory for Diagnostics of Viral Infections, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5554-5882>.

Iana V. **Lisitskaia**, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory for Diagnostics of Viral Infections, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0025-1793>.

Olga V. **Maletskaya**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Research and Anti-Epidemic work, Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3003-4952>.

Aleksandr N. **Kulichenko**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Director of the Stavropol Plague Control Research Institute; e-mail: stavnipchi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Author contributions: Vasilenko N.F. developed the study conception and design, analyzed and interpreted data, and wrote the manuscript; Prislegina D.A. selected and analyzed information from the databases developed within Project No. 19-75-20088 funded by the Russian Science Foundation, and analyzed the results of epizootic monitoring; Manin E.A. did a literature review on the topic and analyzed laboratory test results; Shaposhnikova L.I. and Ashibokov U.M. collected and processed field samples; Volynkina A.S. and Lisitskaia I.V. obtained data for immunological and molecular genetic research; Maletskaya O.V. and Kulichenko A.N. interpreted the results and revised the manuscript; all authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Funding: A part of the study devoted to the analysis of the incidence of Crimean hemorrhagic fever and ixodic tick-borne borreliosis was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (Project No. 19-75-20088, *Development of the Methodology of Analysis and Prediction of Effects of Climate and Environmental Factors on the Incidence of Zoonotic Diseases Based on Earth Remote Sensing Data*), Project Manager: Daria A. Prislegina.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: October 20, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Ставропольский край расположен на юге европейской части России и входит в Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) Российской Федерации. Главной особенностью географического положения Ставропольского края является то, что он находится в центральной части Предкавказья и на северном склоне Большого Кавказа, раскинувшегося между Черным и Каспийским морями. Значительная часть территории края занята Ставропольской возвышенностью, переходящей на востоке в Терско-Кумскую низменность (Ногайская степь). На севере возвышенность сливается с Кумо-Манычской впадиной. Большая часть края представлена степными ландшафтами, на территории которых расположены западные, северные и восточные районы. Полупустынные ландшафты занимают узкую полосу, примыкающую к Кумо-Манычской впадине, а также Терско-

Кумское междуречье. Лесостепные ландшафты региона охватывают наиболее приподнятые части Ставропольской возвышенности. Значительная территория лесостепной зоны распаханна и используется под посевы зерновых. Предгорные ландшафты занимают южные районы края и представляют собой переходную зону от равнин Предкавказья к горным склонам Большого Кавказа. В пределах смыкания Ставропольской возвышенности и северных склонов Большого Кавказского хребта располагается уникальный, особо охраняемый эколого-курортный регион федерального значения — Кавказские Минеральные Воды (КМВ), который по своим природно-лечебным ресурсам не имеет аналогов на Евро-Азиатском континенте. Включает города-курорты Пятигорск, Железноводск, Ессентуки, Кисловодск, поселок Кумагорск и курортную местность Нагуты¹.

¹ Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во Ставропольского государственного университета, 2007. 309 с.

Географическое положение, рельеф, природно-климатические условия, ландшафтное многообразие определили видовое богатство животного мира Ставропольского края. Здесь обитают животные с различными экологическими требованиями к условиям существования: от экстремальной полупустынной зоны до предгорий Кавказа. Такое ландшафтное, флористическое и фаунистическое разнообразие создало благоприятные условия для формирования на территории края природных очагов инфекций вирусной, риккетсиозной и бактериальной этиологии [1–4].

Клещевые трансмиссивные инфекции (КТИ) представляют серьезную угрозу для эпидемиологического благополучия населения Ставропольского края, занимая более 70 % в общей структуре природно-очаговых инфекционных болезней, ежегодно регистрируемых на данной территории [4–16]. Широкий спектр прокормителей способствует высокой численности членистоногих переносчиков и поддержанию активности природных очагов КТИ [17–20]. В связи с этим в Ставропольском крае ежегодно проводится эпизоотологический мониторинг, являющийся основой для эффективного планирования профилактических мероприятий.

Цель исследования — оценить активность природных очагов клещевых трансмиссивных инфекций на территории Ставропольского края в современный период.

Материалы и методы. Для выполнения исследований использованы донесения, предоставленные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае» Научно-методическому центру по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II–IV групп патогенности для субъектов Северо-Кавказского и Южного федеральных округов, и результаты эпизоотологического обследования территории края, проведенные специалистами ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора за период с 2016 по 2020 г. Лабораторные исследования полевого материала осуществляли с помощью сертифицированных диагностических тест-систем отечественного производства. Маркеры возбудителей КТИ выявляли методами ИФА и ПЦР — для обнаружения антигенов и ДНК (РНК) возбудителей КТИ соответственно. На наличие маркеров возбудителя КГЛ было исследовано 4202 пула клещей (из них 2222 — для обнаружения РНК вируса Крымской-Конго геморрагической лихорадки (ККГЛ) и 1980 — антигена возбудителя этой инфекции), 16S рРНК *Borrelia burgdorferi* s.l. — 1263 пула, антигена и ДНК *Coxiella burnetii* — 4326, ДНК возбудителей клещевых пятнистых лихорадок — 2228, ДНК возбудителей гранулоцитарного анаплазмоза человека и моноцитарного эрлихиоза человека — 1078 пулов. Обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Крымская геморрагическая лихорадка (КГЛ). Одна из наиболее значимых КТИ на территории Ставропольского края — КГЛ, активизация природного очага которой произошла в 1999 г.² В течение последних 20 лет ежегодно на территории края регистрируются больные этой особо опасной инфекцией, а при эпизоотологическом

обследовании выявляются маркеры вируса ККГЛ в полевом материале [12, 15, 17]. Известно, что основным резервуаром и переносчиком возбудителя КГЛ является иксодовый клещ *Hyalomma marginatum*. Кроме того, в эпидемический процесс могут вовлекаться другие виды клещей. В природных биотопах прокормители иксодовых клещей — мелкие млекопитающие и птицы [18–20]. В период с 2016 по 2020 г. эпизоотологический (энтомологический) мониторинг проводился на всей территории Ставропольского края: обследованы 26 административных районов, краевой центр (г. Ставрополь) и города региона КМВ.

На наличие маркеров возбудителя КГЛ исследовано 32 475 экз. (4202 пула) иксодовых клещей 14 видов: *Hyalomma marginatum*, *H. scupense*, *Dermacentor marginatus*, *D. reticulatus*, *D. niveus*, *Boophilus annulatus*, *Haemaphysalis punctata*, *Haem. inermis*, *Rhipicephalus rossicus*, *R. bursa*, *R. sanguineus*, *R. turanicus*, *Ixodes ricinus*, *I. redikorzevi*. Методом ПЦР РНК вируса ККГЛ выявлена в 103 (4,6 %) пулах из 2222 исследованных, антиген вируса ККГЛ обнаружен в 98 (4,9 %) пулах из 1980 исследованных. В целом вирусофорность клещей составила 4,8 % (201 пул из 4202). На долю основного переносчика возбудителя КГЛ — клеща *H. marginatum* пришлось 52,3 % от всех собранных клещей, а инфицированность равнялась 5,6 % (125 пулов из 2216), при этом методом ПЦР выявлено положительных проб в 2 раза больше, чем ИФА, 83 и 42 соответственно. Кроме того, маркеры возбудителя КГЛ обнаружены еще у 10 видов клещей. Отрицательный результат показали пулы клещей *Haem. inermis*, *I. redikorzevi* и *D. niveus*. Наряду с иксодовыми клещами были исследованы 128 проб головного мозга и печени птиц и 11 проб органов ежа южного *Erinaceus roumanicus*. РНК вируса ККГЛ выявлена в 1 пробе печени грача *Corvus frugilegus* и 1 пробе печени ежа южного *E. roumanicus* (Нефтекумский район, полупустынная зона). Маркеры вируса ККГЛ обнаружены на территории 22 (84,6 %) административных районов и 2 городов (Кисловодск и Невинномысск). Наибольшее количество положительных проб получено в районах, расположенных в полупустынной зоне (Апанасенковский, Арзгирский, Курский, Левокумский, Нефтекумский, Туркменский): 115 (55,2 %) проб, из них 40,9 % составили пулы клещей, собранных в Апанасенковском районе, где ежегодно регистрируются больные КГЛ. В 12 районах степной зоны, включая г. Невинномысск, маркеры возбудителя КГЛ обнаружены в 45 (22,4 %) пулах клещей, в 4 районах лесостепной зоны — в 30 (14,9 %). Клещи, собранные на территории г. Кисловодска, расположенного в предгорной ландшафтной зоне, были исследованы только методом ИФА. Антиген вируса ККГЛ выявлен в 11 пулах (*D. marginatus* и *D. reticulatus* — по 4, *H. scupense* — 2, *Haem. punctata* — 1 пул).

Результаты эпизоотологического мониторинга свидетельствуют о том, что природный очаг КГЛ на всей территории края находится в активном состоянии. В изучаемый период в крае зарегистрировано 140 больных КГЛ, причем большинство — в Апанасенковском (24) и Нефтекумском (18) районах, где выявлено наибольшее число положительных проб полевого материала: 47 и 31 соответственно.

² Онищенко Г.Г., Куличенко А.Н., ред. Крымская геморрагическая лихорадка. Воронеж: ООО «Фаворит», 2018. 288 с.

Иксодовый клещевой боррелиоз (ИКБ). Основным вектором патогенных боррелий являются клещи *Ixodes persulcatus* и *I. ricinus*, хотя имеются также данные об инфицированности клещей родов *Dermacentor* и *Haemaphysalis*, их возможной роли в циркуляции и передаче боррелий при присасывании клещей [21–24]. В настоящее время в нашей стране число заболеваний ИКБ (Лайм-боррелиозом) в отдельные годы достигает 10 тыс. случаев и превышает показатели по всем прочим природно-очаговым инфекциям [4].

На наличие маркеров возбудителя ИКБ исследовано 6771 экз. (1263 пула) иксодовых клещей 9 видов, собранных на территории 12 административных районов и 4 городов. Лабораторное исследование проводилось методом ПЦР. 16S рРНК *Borrelia burgdorferi* s.l. выявлена в 846 (67,0 %) пулах клещей 7 видов. Преобладающее число положительных результатов показал лесной клещ *I. ricinus* — 813 пулов, что составило 96,1 % от всего количества исследованных пулов и 79,0 % от числа исследованных *I. ricinus*. Следует отметить, что 61,2 % положительных проб *I. ricinus* выявлено в курортных городах региона КМВ: Кисловодске, Ессентуки и Пятигорске — 311 (38,3 %), 184 (22,6 %) и 3 (0,4 %) соответственно; в краевом центре — 167 (20,5 %). Кроме того, положительные результаты получены от клещей *I. redikorzevi* (1,4 %), *D. marginatus*, *D. reticulatus* (по 1,1 %), единичные пробы *B. annulatus*, *Haem. inermis* и *Haem. punctata*.

При этом 590 (69,7 %) положительных проб получено от клещей, собранных на административных территориях, расположенных в предгорной ландшафтной зоне, в том числе 498 проб — в городах-курортах. В лесостепной зоне маркеры возбудителя ИКБ выявлены в г. Ставрополе — 167 (19,7 %), а также единичные пробы получены в 2 районах лесостепи, граничащих с краевым центром (Изобильненский — 1, Шпаковский — 2). В степной зоне на территории 7 районов обнаружено 69 (8,2 %) проб, в полупустынной — 17 (2,0 %) проб в 2 районах (Левокумский — 13, Курский — 4).

Больные Лайм-боррелиозом (ЛБ) регистрируются в крае ежегодно, за последние 5 лет заболели 143 человека. При этом наибольшее число больных выявлено в предгорной ландшафтной зоне — 70 (49,0 %), из них 56 (80,0 %) — в курортном городе Кисловодске, где получено наибольшее количество положительных пулов клещей — 311 (38,3 %). В лесостепной зоне зарегистрировано 54 (37,8 %) больных ЛБ, при этом большинство пришлось на краевую центр — 33 (61,1 %). Данные эпидемиолого-эпизоотологического мониторинга показали, что природный очаг ИКБ охватывает всю территорию Ставропольского края и наиболее активно функционирует в предгорной и лесостепной ландшафтных зонах.

Лихорадка Ку (кокциеллез) представляет классический пример инфекционного заболевания с природной очаговостью [25, 26]. Природные очаги приурочены ко всем территориям земного шара со среднегодовыми положительными температурами, связаны с многочисленными видами иксодовых клещей и вместе с их прокормителями формируют устойчивый первичный резервуар возбудителя в природе [26, 27]. В окружении человека за счет сельскохозяйственных животных, особенно коз и овец, реже домашних (кошек и собак), возникает вторичный пульсирующий резервуар кокциелл. Заражение человека, как правило, происходит воздушно-пылевым путем. Многообразие кле-

щей-переносчиков, играющих роль хранителей кокциелл и их прокормителей, в сочетании с трансвариальной и трансфазовой передачей клещами возбудителя обеспечивает стойкую, независимую от человека циркуляцию кокциелл в их природных и хозяйственных биотопах [27].

Из 26 обследованных районов Ставропольского края маркеры возбудителя лихорадки Ку не обнаружены в 6 районах (Александровском, Благодарненском, Новоселицком, Петровском, Советском и Туркменском).

Всего исследовано 29 127 экз. (4326 пулов) клещей 14 видов, представленных при описании КГЛ. Методом ИФА антиген *Coxiella burnetii* обнаружен в 21 пробе, ДНК возбудителя лихорадки Ку выявлена в 308 пулах. Положительные пробы составили 7,6 %. Маркеры возбудителя лихорадки Ку выявлены у всех 14 видов исследованных клещей, однако преобладающее число проб получено от клещей *H. marginatum* и *R. turanicus* — 33,7 и 22,8 % соответственно. Положительные пробы от клещей рода *Dermacentor* составили 20,7 %. Далее — *H. scupense* (7,0 %), *Haem. punctata* (6,1 %), *B. annulatus* (3,6 %) и *I. ricinus* (2,1 %). У остальных видов обнаружены единичные положительные результаты.

Циркуляция возбудителя Ку-лихорадки установлена во всех ландшафтно-географических зонах края. В 5 районах полупустынной зоны выявлено 76,8 % от всего количества положительных проб, причем из них 59,8 % (150 пулов) — в Нефтекумском районе, в граничащем с ним Левокумском районе — 78 (31,1 %) пулов. В 11 районах степной зоны — 52 (15,8 %) пула; в 3 районах лесостепной зоны — 19 (5,8 %), из них 1 — в краевом центре; в Предгорном районе — 7 (2,1 %) пулов. Не обнаружены маркеры возбудителя Ку-лихорадки в курортных городах региона КМВ.

С 2016 г. в связи с началом проведения лабораторных исследований клинического материала на наличие маркеров *Coxiella burnetii* больные лихорадкой Ку стали регистрироваться в Ставропольском крае [5]. В период с 2016 по 2020 г. выявлено 177 больных с преобладающим числом проживающих в районах степной зоны — 188 (66,7 %), в полупустынной зоне — 45 (25,4 %). По 7 больных зарегистрировано среди населения, проживающего в лесостепной и предгорной ландшафтных зонах, причем в предгорной зоне все — в городе-курорте Кисловодске.

Полученные нами данные свидетельствуют о циркуляции возбудителя лихорадки Ку на всей территории Ставропольского края.

Клещевые пятнистые лихорадки (КПЛ). Риккетсиозы группы КПЛ — классические природно-очаговые, передаваемые клещами облигатно-трансмиссивные инфекции. В различных географических районах мира возбудителями риккетсиозов группы КПЛ являются более 15 видов риккетсий. Связь заболеваний с присасыванием иксодовых клещей определяет 2 основные эпидемиологические особенности этих инфекций — обязательный предшествующий контакт заболевших с природными очагами (определенными местностями, ландшафтами, специфическими переносчиками) и сезонность инфекций, соответствующую периоду активности клещей, чаще взрослых (имаго). Заражение происходит вследствие присасывания или раздавливания клещей (втирание содержимого в ранки, реже — аэрогенно)³.

На европейском юге Российской Федерации ежегодно регистрируются больные Астраханской

пятнистой лихорадкой (АПЛ) в Астраханской области и в Республике Калмыкия, в Республике Крым – риккетсиозная клещевая пятнистая лихорадка из группы средиземноморских пятнистых лихорадок (СПЛ) и регистрируемая как «марсельская лихорадка» [5]. В Ставропольском крае больные не регистрируются, однако ежегодный эпизоотологический мониторинг свидетельствует о циркуляции возбудителей группы КПЛ [4]. Так, за последние 5 лет при исследовании методом ПЦР 2228 пулов (13 906 экз.) иксодовых клещей 14 видов маркеры возбудителей группы КПЛ выявлены у всех 14 видов с преобладающим количеством у *D. marginatus*, *D. reticulatus* и *H. marginatum* – 29,4, 27,2 и 21,6 % соответственно. Клещи *R. turanicus*, *Haem. punctata* и *I. ricinus* составили 5,6, 4,9 и 4,2 % соответственно. У остальных видов обнаружены единичные положительные пулы. В целом положительные пулы составили 18,3 %. Циркуляция возбудителей группы КПЛ установлена на территории всех ландшафтно-географических зон с максимальным числом положительных проб в степной зоне – 44,6 %.

Гранулоцитарный анаплазмоз человека (ГАЧ) и моноцитарный эрлихиоз человека (МЭЧ) – острые трансмиссивные природно-очаговые инфекционные заболевания, переносимые клещами. Можно считать достаточно доказанным оппортунистический характер этих клинически часто тяжелых и даже летальных инфекций, а также достаточную их распространенность в России. Достоверно доказаны их экологические и эпидемиологические связи с клещами рода *Ixodes*, преимущественно *I. persulcatus*⁴.

На наличие маркеров возбудителей ГАЧ и МЭЧ исследованы иксодовые клещи двух видов – *I. ricinus* и *I. redikorzevi*, собранные на территории 18 районов, 4 городов региона КМВ и краевого центра. ДНК возбудителя ГАЧ выявлена в 140 (95,2 %) пулах *I. ricinus* и 7 (4,8 %) *I. redikorzevi*. В предгорной ландшафтной зоне получено 47,6 % положительных проб, в том числе в курортных городах Кисловодске, Ессентуки и Предгорном районе – 23,1, 6,8 и 17,7 % соответственно. В лесостепной зоне выявлено 46,3 % положительных проб, из них в г. Ставрополе – 97,1 %. В степной зоне обнаружено 5,4 % положительных проб, в полупустынной – 0,7 %.

ДНК возбудителя МЭЧ выявлена в 19 (1,8 %) пулах *I. ricinus*, в том числе предгорной зоне – 17 (89,5 %), из них – в г. Кисловодске 64,7 %, в г. Ессентуки – 23,5 %, в Предгорном районе – 11,8 %. В степной и лесостепной зонах обнаружено по 1 положительной пробе. В полупустынной зоне маркеры возбудителя МЭЧ не выявлены.

В изучаемый период заболеваемость населения ГАЧ и МЭЧ не регистрировалась, однако в 2015 г. был диагностирован ГАЧ у 50-летнего жителя г. Ставрополя, подтвержденный методом ИФА (забор материала для исследования был проведен на 4-е сутки госпитализации). Из эпиданамнеза установлено, что заболевший раздавливал клещей руками. В этом же году в краевом центре зарегистрирован случай МЭЧ у 55-летнего жителя, снимавшего клещей с домашних животных незащищенными руками. Диагноз был подтвержден методом ИФА. Оба случая заболевания закончились выздоровлением.

Следует отметить, что заболевания ГАЧ и МЭЧ до сих пор регистрируют под диагнозами других передаваемых иксодовыми клещами инфекций, что связано со схожестью отдельных клинических проявлений этих инфекций, а также недостаточной базой для их лабораторной диагностики [19].

Заключение. Таким образом, в период с 2016 по 2020 г. на наличие маркеров КТИ исследованы иксодовые клещи 14 видов: *Hyalomma marginatum*, *H. scupense*, *Dermacentor marginatus*, *D. reticulatus*, *D. niveus*, *Boophilus annulatus*, *Haemaphysalis punctata*, *Haem. inermis*, *Rhipicephalus rossicus*, *R. bursa*, *R. sanguineus*, *R. turanicus*, *Ixodes ricinus*, *I. redikorzevi*. Маркеры вируса ККГЛ выявлены у 11 видов, кроме *Haem. inermis*, *I. redikorzevi* и *D. niveus*. Циркуляция возбудителя КГЛ установлена на территории всех ландшафтных зон края. Вирусофорность клещей в 2020 г. возросла в 2 раза по сравнению с предыдущим годом. Показано, что основным резервуаром и переносчиком возбудителя Лайм-боррелиоза является лесной клещ *I. ricinus*, причем большинство положительных проб выявлено в городах-курортах региона КМВ. Особенно выделяется г. Кисловодск, где зарегистрировано 80,0 % больных и получено наибольшее количество положительных проб. В целом на территории края отмечается незначительное снижение инфицированности клещей возбудителем ИКБ (в 1,5 раза). Маркеры возбудителя лихорадки Ку выявлены у всех 14 видов клещей с преобладанием *H. marginatum* и *R. turanicus* в полупустынной и степной ландшафтных зонах, инфицированность клещей *Coxiella burnetii* находится примерно на одинаковом уровне (6,0 %), однако в 2020 г. отмечено возрастание до 8,8 %. Циркуляция возбудителей группы КПЛ установлена на территории всех ландшафтных зон края с максимальным числом положительных проб в степной зоне. Маркеры возбудителя ГАЧ обнаружены в основном в предгорной (курортные города Кисловодск, Ессентуки) и лесостепной (г. Ставрополь) ландшафтных зонах. Маркеры возбудителя МЭЧ выявлены преимущественно в городах Кисловодске и Ессентуки; совсем не выявлены в полупустынной зоне.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории Ставропольского края активно функционируют природные очаги клещевых трансмиссивных инфекций вирусной (Крымская геморрагическая лихорадка), риккетсиозной (лихорадка Ку, группа клещевых пятнистых лихорадок) и бактериальной (иксодовый клещевой боррелиоз, гранулоцитарный анаплазмоз и моноцитарный эрлихиоз человека) этиологии, о чем свидетельствует ежегодное выявление маркеров их возбудителей. Многообразие клещей-переносчиков (поливекторность), выполняющих роль хранителей патогенов, и их прокормителей (полигостальность) обеспечивает стойкую, независимую от человека циркуляцию возбудителей КТИ в природных и хозяйственных биотопах [28–30]. Также ежегодно регистрируются больные Крымской геморрагической лихорадкой, Лайм-боррелиозом и лихорадкой Ку. Особую настороженность вызывает высокая инфицированность клещей рядом возбудителей КТИ в курортных городах региона Кавказских Минеральных Вод.

Отсутствие для большинства КТИ вакцинных препаратов и эффективных средств этиотропной

³ Злобин В.И., Рудаков Н.В., Малов И.В. Клещевые трансмиссивные инфекции. Новосибирск: Наука. 2015. 224 с.

⁴ Рудаков Н.В., Шпынов С.Н., Оберт А.С. Анаплазмозы и эрлихиозы человека – новая проблема инфекционной патологии в России: пособие для врачей. Омск, 2005. 42 с.

терапии свидетельствует о необходимости постоянного контроля за организацией и проведением профилактических мероприятий — как акарицидных обработок, так и информационно-разъяснительной работы среди населения.

Список литературы

1. Прислегина Д.А., Малецкая О.В., Василенко Н.Ф., Манин Е.А., Ковальчук И.В. Эпидемиологические особенности природно-очаговых инфекционных болезней в Ставропольском крае в 2015 году // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 1 (286). С. 52–55. doi: 10.35627/2219-5238/2017-286-1-52-55
2. Василенко Н.Ф., Малецкая О.В., Прислегина Д.А. и др. Эпизоотологический мониторинг природно-очаговых инфекций на юге европейской части России в 2017 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 2. С. 45–49. doi: 10.21055/0370-1069-2019-2-45-49
3. Куличенко А.Н., Малецкая О.В., Прислегина Д.А. и др. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2020 г.: Аналитический обзор. Ставрополь: ООО «Губерния». 2021. 90 с.
4. Василенко Н.Ф., Куличенко А.Н., Прислегина Д.А. и др. Особенности проявлений эпидемического процесса клещевых трансмиссивных инфекций на юге России в современный период // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2020. Т. 10. № 1. С. 14–20. doi: 10.18565/epidem.2020.10.1.14-20
5. Зайцева О.А., Котенев Е.С., Артюшина Ю.С. и др. Современная эпидемиолого-эпизоотологическая ситуация по иксодовому клещевому боррелиозу на юге европейской части России // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 3. С. 58–65. doi: 10.21055/0370-1069-2019-3-58-65
6. Зайцева О.А., Прислегина Д.А., Котенев Е.С., Дубянский В.М., Платонов А.Е., Куличенко А.Н. Эпидемиологическая ситуация по иксодовому клещевому боррелиозу на территории Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края (2015–2019 гг.) // Эпидемиология и Инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2021. Т. 11. № 1. С. 12–17. doi: 10.18565/epidem.2021.11.1.12-7
7. Onishchenko GG, Aidinov GT, Moskvitina EA, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever in Rostov Province: The epidemiological characteristics of an outbreak. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2000;(2):36–42. (In Russ.)
8. Волюнкина А.С., Малецкая О.В., Скударева О.Н. и др. Анализ эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз на 2021 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 1. С. 7–22. doi: 10.21055/0370-1069-2021-1-7-22
9. Василенко Н.Ф., Манин Е.А., Малецкая О.В. и др. Современное состояние природного очага Крымской геморрагической лихорадки в Российской Федерации // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2019. № 4. С. 46–52. doi: 10.36233/0372-9311-2019-4-46-52
10. Волюнкина А.С., Котенев Е.С., Лисицкая Я.В. и др. Эпидемиологическая ситуация по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2016 г., прогноз на 2017 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. № 1. С. 24–28. doi: 10.21055/0370-1069-2017-1-24-28
11. Волюнкина А.С., Малецкая О.В., Скударева О.Н., и др. Анализ эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз на 2021 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 1. С. 17–22. doi: 10.21055/0370-1069-2021-1-17-22
12. Куличенко А.Н., Прислегина Д.А. Крымская геморрагическая лихорадка: климатические предпосылки изменений активности природного очага на юге Российской Федерации // Инфекция и иммунитет. 2019. Т. 9. № 1. С. 166–176. doi: 10.15789/2220-7619-2019-1-162-172
13. Волюнкина А.С., Котенев Е.С., Малецкая О.В. и др. Эпидемиологическая ситуация по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2019 г. и прогноз на 2020 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 1. С. 14–20. doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-14-20
14. Волюнкина А.С., Пакскина Н.Д., Котенев Е.С., и др. Анализ заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой в Российской Федерации в 2009–2018 гг. и прогноз на 2019 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 1. С. 26–31. doi: 10.21055/0370-1069-2019-1-26-31
15. Малецкая О.В., Таран Т.В., Прислегина Д.А. и др. Природно-очаговые вирусные лихорадки на юге европейской части России. Крымская геморрагическая лихорадка // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 4. С. 75–80. doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-75-80
16. Платонов А.Е., Авксентьев Н.А., Авксентьева М.В. и др. Социально-экономическое бремя пяти природно-очаговых инфекций в Российской Федерации // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2015. Т. 8. № 1. С. 47–56. doi: 10.17749/2070-4909.2015.8.1.047-056
17. Прислегина Д.А., Дубянский В.М., Малецкая О.В. и др. Крымская геморрагическая лихорадка в Ставропольском крае: современные клинико-эпидемиологические аспекты и новый подход к прогнозированию заболеваемости // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2018. Т. 7. № 3 (26). С. 49–56. doi: 10.24411/2305-3496-2018-13007
18. Тохов Ю.М., Чумакова И.В., Луцук С.Н., Дьяченко Ю.В., Котенев Е.С., Зайцев А.А. Иксодовые клещи — резервуар возбудителей инфекционных и инвазионных болезней на территории Ставропольского края // Вестник ветеринарии. 2013. № 2 (65). С. 19–21.
19. Трухачев В.И., Тохов Ю.М., Луцук С.Н., Дылев А.А., Толоконников В.П., Дьяченко Ю.В. Распространение и экологическая характеристика иксодовых клещей рода *Hyalomma* в экосистемах Ставропольского края // Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 2. С. 59–69.
20. Прислегина Д.А., Дубянский В.М., Платонов А.Е., Малецкая О.В. Влияние природно-климатических факторов на эпидемиологическую ситуацию по природно-очаговым инфекциям // Инфекция и иммунитет. 2021. Т. 11. № 5. С. 820–836. doi:10.15789/2220-7619-EOT-1631
21. Бисенбай А.О., Жигайлов А.В., Перфильева Ю.В. и др. Эпидемиология и молекулярно-генетическая характеристика возбудителей Лайм-боррелиоза, циркулирующих в популяции клещей на территории Алма-тинской области Республики Казахстан // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2020; 97(6):535–545. doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-6-4
22. Carriveau A, Poole H, Thomas A. Lyme disease. *Nurs Clin North Am*. 2019;54(2):261–275. doi: 10.1016/j.cnur.2019.02.003
23. Kurokawa C, Lynn GE, Pedra JHF, Pal U, Narasimhan S, Fikrig E. Interactions between *Borrelia burgdorferi* and ticks. *Nat Rev Microbiol*. 2020;18(10):587–600. doi: 10.1038/s41579-020-0400-5
24. Eisen L. Vector competence studies with hard ticks and *Borrelia burgdorferi* sensu lato spirochetes: A review. *Ticks Tick Borne Dis*. 2020;11(3):101359. doi: 10.1016/j.ttbdis.2019.101359
25. España PP, Uranga A, Cillóniz C, Torres A. Q Fever (Coxiella Burnetii). *Semin Respir Crit Care Med*. 2020;41(4):509–521. doi: 10.1055/s-0040-1710594
26. Francis JR, Robson JM. Q fever: more common than we think, and what this means for prevention. *Med J Aust*. 2019;210(7):305–306. doi: 10.5694/mja2.50024
27. Лукин Е.П., Мищенко О.А., Борисевич С.В. Лихорадка Ку в XXI в.: материал для подготовки лекции // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 8. № 4 (31). С. 62–77. doi: 10.24411/2305-3496-2019-14009
28. Boulanger N, Boyer P, Talagrand-Reboul E, Hansmann Y. Ticks and tick-borne diseases. *Med Mal Infect*. 2019;49(2):87–97. doi: 10.1016/j.medmal.2019.01.007

29. Rochlin I, Toledo A. Emerging tick-borne pathogens of public health importance: a mini-review. *J Med Microbiol.* 2020;69(6):781–791. doi: 10.1099/jmm.0.001206
30. Shahhosseini N, Wong G, Babuadze G, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in Asia, Africa and Europe. *Microorganisms.* 2021;9(9):1907. doi: 10.3390/microorganisms9091907

References

1. Prislegina DA, Maletskaya OV, Vasilenko NF, Manin EA, Kovalchuk IV. Epidemiological features of natural focal infections in the Stavropol region in 2015. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya* 2017;(1(286)):52–55. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-286-1-52-55
2. Vasilenko NF, Maletskaya OV, Prislegina DA, et al. Epizootiological monitoring of natural focal infections in the South of the European Part of the Russian Federation in 2017. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(2):45–49. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-2-45-49
3. Kulichenko AN, Maletskaya OV, Prislegina DA, et al. [Epidemiological Situation on Natural Focal Infectious Diseases in the Southern and North Caucasian Federal Districts in 2020: Analytical Review.] Stavropol: Guberniya LLC Publ.; 2021. (In Russ.)
4. Vasilenko NF, Prislegina DA, Taran TV, et al. Features of manifestations of the epidemic process of tick-borne transmissible infections in the south of Russia in our times. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2020;10(1):14–20. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2020.10.1.14-20
5. Zaitseva OA, Kotenev ES, Artyushina YuS, et al. Modern epidemiological and epizootiological situation on ixodic tick-borne borreliosis in the south of the European part of Russia. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(3):58–65. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-3-58-65
6. Zaitseva OA, Prislegina DA, Kotenev ES, Dubyansky VM, Platonov AE, Kulichenko AN. The epidemic situation of Lyme disease in Caucasian Mineralnye Vody, Stavropol territory (2015–2019). *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy.* 2021;11(1):12–17. (In Russ.) doi: 10.18565/epidem.2021.11.1.12-7
7. Onishchenko GG, Aidinov GT, Moskvitina EA, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever in Rostov Province: The epidemiological characteristics of an outbreak. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2000;(2):36–42. (In Russ.)
8. Volynkina AS, Maletskaya OV, Skudareva ON, et al. Analysis of epidemiological situation on Crimean hemorrhagic fever in the Russian Federation in 2020 and prognosis for 2021. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2021;(1):17–22. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2021-1-17-22
9. Vasilenko NF, Manin EA, Maletskaya OV, et al. The modern condition of Crimean-Congo haemorrhagic fever natural focus in the Russian Federation. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2019;(4):46–52. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2019-4-46-52
10. Volynkina AS, Kotenev ES, Lisitskaya YaV, et al. Epidemiological situation on Crimean hemorrhagic fever in the Russian Federation in 2017. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2017;(1):24–28. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2017-1-24-28
11. Volynkina AS, Maletskaya OV, Skudareva ON, et al. Analysis of epidemiological situation on Crimean hemorrhagic fever in the Russian Federation in 2020 and prognosis for 2021. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2021;(1):17–22. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2021-1-17-22
12. Kulichenko AN, Prislegina DA. Climatic prerequisites for changing activity in the natural Crimean-Congo hemorrhagic fever focus in the South of the Russian Federation. *Infektsiya i Immunitet.* 2019;9(1):162–172. (In Russ.) doi: 10.15789/2220-7619-2019-1-162-172
13. Volynkina AS, Kotenev ES, Maletskaya OV, et al. Epidemiological situation on Crimean-Congo hemorrhagic fever in the Russian Federation in 2019 and forecast for 2020. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(1):14–20. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-1-14-20
14. Volynkina AS, Pakskina ND, Kotenev ES, et al. Analysis of Crimean hemorrhagic fever morbidity rates in the Russian Federation in 2009–2018 and forecast for 2019. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2019;(1):26–31. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2019-1-26-31
15. Maletskaya OV, Taran TV, Prislegina DA, et al. Natural-focal viral fevers in the south of the European part of Russia. Crimean-Congo hemorrhagic fever. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2020;(4):75–80. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-4-75-80
16. Platonov AE, Avksentyev NA, Avksentyeva MV, et al. Social and economic burden of five natural focal infections in the Russian Federation. *Farmakoekonomika. Sovremennaya Farmakoekonomika i Farmakoepidemiologiya.* 2015;8(1):47–56. (In Russ.) doi: 10.17749/2070-4909.2015.8.1.047-056
17. Prislegina DA, Dubyanskiy VM, Maletskaya OV, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever in the Stavropol region: contemporary clinical and epidemiological aspects and new approach to forecasting of morbidity. *Infektsionnyye Bolezni: Novosti, Mneniya, Obucheniye.* 2018;7(3(26)):49–56. (In Russ.) doi: 10.24411/2305-3496-2018-13007
18. Tokhov YuM, Chumakova IV, Lutsuk SN, Dyachenko YuV, Kotenev ES, Zaitsev AA. Ticks as the reservoir of contagious diseases in the Stavropol territory. *Vestnik Veterinari.* 2013;(2(65)):19–21 (In Russ.)
19. Trukhachev VI, Tokhov YuM, Lutsuk SN, Dylev AA, Tolokonnikov VP, Dyachenko YuV. Distribution and ecological characteristics of *Hyalomma* ixodid ticks in the ecosystems of the Stavropol region. *Yug Rossii: Ekologiya, Razvitie.* 2016;11(2):59–69. (In Russ.) doi: 10.18470/1992-1098-2016-2-59-69
20. Prislegina DA, Dubyanskiy VM, Platonov AE, Maletskaya OV. Effect of the natural and climatic factors on epidemiological situation related to natural focal infections. *Infektsiya i Immunitet.* 2021;11(5):820–836. (In Russ.) doi: 10.15789/2220-7619-EOT-1631
21. Bissenbay AO, Zhigailov AV, Perfilova YuV, et al. Epidemiology and molecular genetic characteristics of Lyme borreliosis pathogens circulating in tick's population in the Almaty oblast of the Republic of Kazakhstan. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2020;97(6):535–545. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-6-4
22. Carriveau A, Poole H, Thomas A. Lyme disease. *Nurs Clin North Am.* 2019;54(2):261–275. doi: 10.1016/j.cnur.2019.02.003
23. Kurokawa C, Lynn GE, Pedra JHF, Pal U, Narasimhan S, Fikrig E. Interactions between *Borrelia burgdorferi* and ticks. *Nat Rev Microbiol.* 2020;18(10):587–600. doi: 10.1038/s41579-020-0400-5
24. Eisen L. Vector competence studies with hard ticks and *Borrelia burgdorferi* sensu lato spirochetes: A review. *Ticks Tick Borne Dis.* 2020;11(3):101359. doi: 10.1016/j.ttbdis.2019.101359
25. España PP, Uranga A, Cillóniz C, Torres A. Q Fever (Coxiella Burnetii). *Semin Respir Crit Care Med.* 2020;41(4):509–521. doi: 10.1055/s-0040-1710594
26. Francis JR, Robson JM. Q fever: more common than we think, and what this means for prevention. *Med J Aust.* 2019;210(7):305–306. doi: 10.5694/mja2.50024
27. Lukin EP, Mishchenko OA, Borisevich SV. Q fever: XXI century (lecture material). *Infektsionnye Bolezni: Novosti, Mneniya, Obucheniye.* 2019;8(4(31)):62–77. (In Russ.) doi: 10.24411/2305-3496-2019-14009
28. Boulanger N, Boyer P, Talagrand-Reboul E, Hansmann Y. Ticks and tick-borne diseases. *Med Mal Infect.* 2019;49(2):87–97. doi: 10.1016/j.medmal.2019.01.007
29. Rochlin I, Toledo A. Emerging tick-borne pathogens of public health importance: a mini-review. *J Med Microbiol.* 2020;69(6):781–791. doi: 10.1099/jmm.0.001206
30. Shahhosseini N, Wong G, Babuadze G, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in Asia, Africa and Europe. *Microorganisms.* 2021;9(9):1907. doi: 10.3390/microorganisms9091907



**Эколого-эпидемиологические аспекты контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов в Республике Калмыкия**

Э.А. Москвитина, Е.Г. Янович, М.Л. Куриленко, В.Д. Кругликов, А.К. Носков

ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, ул. М. Горького, д. 117/40, г. Ростов-на-Дону, 344002, Российская Федерация

Резюме

Введение. При мониторинге холеры в Российской Федерации установлено ежегодное выделение нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1 из водных объектов в Республике Калмыкия. Это явилось основанием для изучения и анализа данных о контаминации *V. cholerae* O1 с учетом некоторых эколого-гигиенических показателей водных объектов, используемых для рекреационного водопользования.

Цель исследования: изучение контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов как составляющей эпидемиологического надзора за холерой в Республике Калмыкия.

Материалы и методы. Использованы донесения руководителей управлений Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации, паспорта на штаммы *V. cholerae* O1, сведения из проблемно-ориентированной базы данных «Холерные вибрионы. Россия» (1991–2019 гг.).

Результаты. В 1970, 1980, 1990-е гг. в республике зарегистрированы вспышки, спорадические и единичные случаи холеры завозного происхождения. За анализируемый период выделено 446 штаммов *V. cholerae* O1 El Tor, которые по результатам ПЦР-анализа оценены как *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁻ и *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁺. Выявлена тенденция роста изолированных штаммов (коэффициент аппроксимации – 0,374) на фоне снижения их числа в России (1991–2019 гг.). Штаммы изолировали ежегодно, преимущественно из реки Элисты, пруда Заячий и других водных объектов, неблагополучных в экологическом отношении по микробиологическим и санитарно-химическим показателям. *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁺ были изолированы преимущественно в месте сброса сточных вод, что указывало на их завозное происхождение, наряду с *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁻ с INDEL- и ПЦР-генотипами, ранее не встречающимися в данном регионе. Контаминацию водных объектов *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁻ и *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁺ мы рассматриваем как предпосылки возможного осложнения эпидемиологической ситуации при завозе возбудителя холеры из стран, неблагополучных по холере.

Заключение. При анализе контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов в Республике Калмыкия выявлено продолжительное, ежегодное выделение холерных вибрионов в г. Элисте из некоторых водных объектов (р. Элистинка, пруды Заячий и Колонский), неблагополучных в экологическом отношении по микробиологическим и санитарно-химическим показателям, предусмотренным гигиеническими нормативами. Это обусловлено сбросом в р. Элистинку в границах города хозяйственно-бытовых сточных вод, в том числе недостаточно очищенных, из канализационных очистных сооружений, а также контаминацией *V. cholerae* O1 с водотоками из балок. Это указывает на их завозное происхождение наряду с выделением *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁻ с INDEL- и ПЦР-генотипами, ранее не встречавшимися в данном регионе.

Ключевые слова: мониторинг, контаминация *V. cholerae* O1, INDEL- и ПЦР-генотипы.

Для цитирования: Москвитина Э.А., Янович Е.Г., Куриленко М.Л., Кругликов В.Д., Носков А.К. Эколого-эпидемиологические аспекты контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов в Республике Калмыкия // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 79–86. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-79-86>

Сведения об авторах:

✉ Москвитина Эльза Афанасьевна – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела эпидемиологии; e-mail: Elza_epid@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-1466>.

Янович Евгения Григорьевна – к.м.н., научный сотрудник отдела эпидемиологии; e-mail: yanovich_eg@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7571-7848>.

Куриленко Марина Леонидовна – младший научный сотрудник отдела эпидемиологии; e-mail: plague@aaanet.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6304-2780>.

Кругликов Владимир Дмитриевич – д.м.н., главный научный сотрудник отдела микробиологии холеры и других острых кишечных инфекций; e-mail: kruglikov_vd@antiplague.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6540-2778>.

Носков Алексей Кимович – к.м.н., директор; e-mail: plague@aaanet.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>.

Информация о вкладе авторов: Москвитина Э.А. – автор подтверждает ответственность за концепцию исследования, анализ данных, интерпретацию результатов, написание текста рукописи. Янович Е.Г. – систематизация данных, оформление графического материала; Куриленко М.Л. – сбор данных, обзор публикаций по теме статьи; Кругликов В.Д. – проведение микробиологических исследований, редактирование материала; Носков А.К. – участие в разработке дизайна исследования; курирование данных.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 03.09.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликована: 15.12.21

Environmental and Epidemiological Aspects of *V. cholerae* O1 Contamination of Water Bodies in the Republic of Kalmykia

Elsa A. Moskvitina, Evgeniya G. Yanovich, Marina L. Kurilenko, Vladimir D. Kruglikov, Aleksey K. Noskov

Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute, 117/40 Maxim Gorky Street, Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation

Summary

Background: Within the framework of cholera surveillance in the Russian Federation, annual isolation of nontoxigenic *V. cholerae* O1 strains from water bodies is registered in the Republic of Kalmykia. This fact is the rationale for the present study and analysis of data on contamination of water bodies with *V. cholerae* O1 with account for some environmental and quality indicators of water bodies used for recreational purposes.

Objective: To study contamination of water bodies with *V. cholerae* O1 as a component of cholera control surveillance in the Republic of Kalmykia.

Materials and methods: We used notifications issued by Offices of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor) in the constituent entities of the Russian Federation, passports for *V. cholerae* O1 strains, and information from “Cholera vibrios. Russia” database for 1991–2019.

Results: In the 1970s, 1980s and 1990s, several outbreaks, sporadic and single imported cases of cholera were registered in the republic. The total of 446 strains of *V. cholerae* O1 El Tor were isolated during the analyzed period. The PCR analysis identified them as *V. cholerae* O1 ctxA-tcpA⁻ and *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺. We observed an increasing trend in the number of isolated strains with the approximation coefficient of 0.374 against its general decrease in the country in 1991–2019. Strains were isolated annually, mainly from the Elista River, Zayachy Pond and other water bodies with poor microbiological and chemical water quality parameters. *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺ were isolated mainly at the wastewater discharge sites, which indicated their imported origin, along with *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁻ with InDel and PCR genotypes not previously found in this region. We consider the contamination of water bodies with *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁻ and *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺ as prerequisites for possible deterioration of the local epidemiological situation due to cholera importation from endemic areas.

Conclusion: When analyzing the pollution of water bodies in the Republic of Kalmykia with *V. cholerae* O1, we established a long-term annual isolation of cholera vibrios from some water bodies in the city of Elista, including Elistinka river, Zayachy and Kolonsky ponds, notorious for poor microbiological and chemical water quality indicators. The contamination was mainly attributed to domestic wastewater discharge and poorly treated effluents of sewage treatment plants into the Elistinka river within the city boundaries, as well as watercourses from hollows. This proves the imported origin of the bacterium confirmed by isolation of *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁻ with InDel- and PCR-genotypes not previously found in this region.

Keywords: surveillance, contamination, *V. cholerae* O1, InDel- and PCR-genotypes.

For citation: Moskvitina EA, Yanovich EG, Kurilenko ML, Kruglikov VD, Noskov AK. Environmental and epidemiological aspects of *V. cholerae* O1 contamination of water bodies in the Republic of Kalmykia. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):79–86. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-79-86>

Author information:

✉ Elsa A. Moskvitina, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Epidemiology Department, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: Elza_epid@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-1466>.

Evgeniya G. Yanovich, Cand. Sci. (Med.), Researcher Epidemiology Department, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: yanovich_eg@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7571-7848>.

Marina L. Kurilenko, Junior Researcher, Epidemiology Department, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: plague@aaanet.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6304-2780>.

Vladimir D. Kruglikov, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Department of Microbiology of Cholera and Other Acute Intestinal Infections, Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: kruglikov_vd@antiplague.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6540-2778>.

Aleksey K. Noskov, Cand. Sci. (Med.), Director of the Rostov-on-Don Anti-Plague Research Institute; e-mail: noskov-epid@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0550-2221>.

Author contributions: Moskvitina E.A. developed the study conception and design, analyzed and interpreted data, and wrote the manuscript; Yanovich E.G. systematized data and developed the graphic design; Kurilenko M.L. collected data and did a literature review on the topic; Kruglikov V.D. conducted microbiological research and revised the manuscript; Noskov A.K. developed the study conception and design and curated data. All authors reviewed the results, contributed to the discussion, and approved the final version of the article.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: September 3, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Изучение контаминации водных объектов *V. cholerae* O1, O139 серогрупп, эпидемиологического фактора риска в активизации водного пути распространения возбудителя инфекции, определяет актуальность исследований в этом направлении, имеет научное и прикладное значение. В последние годы вектор исследований в этом аспекте сконцентрирован в основном на изучении биологических свойств *V. cholerae* O1, O139, выделяемых из объектов окружающей среды, с применением молекулярно-биологических методов для оценки эпидемиологической обстановки, распространений во времени и пространстве, суждений об их происхождении, эволюции и других [1–3]. Эпидемиологическая оценка поверхностных водоемов с учетом контаминации их *V. cholerae* O1, O139 применена как составляющая при определении эпидемического потенциала административных территорий РФ [4]. Научный интерес представляют литературные данные об определяющей роли поверхностных водоемов с компонентами экосистем в эпидемических проявлениях холеры [5], экологических особенностей персистенции холерных вибрионов [6]. Небезынтересны ранее полученные результаты исследований при мониторинге выделения *V. cholerae* O1 (1965–1988 гг.) в различных климатогеографических областях СССР о благоприятной для вибрионов Эль Тор экологической нише — иловых отложениях, образующихся в водоемах в результате сброса в них сточных вод [7].

Ежегодное и периодическое выделение нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1 из водных

объектов, используемых в качестве источников I и II категорий в соответствии с социально-гигиеническим мониторингом, мы рассматриваем как предпосылки возможного осложнения эпидемиологической ситуации. Здесь целесообразно отметить, что для имевших место вспышек холеры в России в период седьмой пандемии был характерен основной — водный путь распространения возбудителя инфекции [8]. При мониторинге холеры в стране установлено длительное, ежегодное выделение *V. cholerae* O1 в Республике Калмыкия, за исключением 2020 г. Это явилось основанием для изучения и анализа данных о контаминации *V. cholerae* O1 во взаимосвязи с некоторыми эколого-гигиеническими показателями водных объектов, используемых для рекреационного водопользования.

Цель исследования — изучение контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов как составляющей эпидемиологического надзора за холерой в Республике Калмыкия.

Материалы и методы. При анализе данных о выделении *V. cholerae* O1 из поверхностных водоемов в Российской Федерации и Республике Калмыкия использованы донесения руководителей управлений Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации в соответствии с документами^{1,2}, паспорта на штаммы *V. cholerae* O1, сведения из проблемно-ориентированной базы данных «Холерные вибрионы. Россия» (1991–2019 гг.)³.

Результаты и обсуждение. Республика Калмыкия расположена на юге Европейской части России, в Северо-Западной части Прикаспия, входит

¹ Инструкция по организации и проведению противохолерных мероприятий. М.: Медицина, 1991. 80 с.

² СП 3.1.1.2521–09 «Профилактика холеры. Общие требования к эпидемиологическому надзору за холерой на территории Российской Федерации».

³ Moskvitina Э.А., Анисимова Г.Б., Подосинникова Л.С., Горобец А.В. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2006620206 Холерные вибрионы. Россия. 2006.

в Южный федеральный округ. Для региона характерен умеренно-континентальный климат с возрастанием степени континентальности с запада на восток. Это самый засушливый регион России, типичны засухи. Республика относится к числу маловодных регионов. На востоке речная сеть практически не развита; в западной части представлена короткими пересыхающими водотоками, стекающими с возвышенности Ергени. Крупнейшей рекой на территории Калмыкии является Волга, которая пересекает территорию в районе поселка Цаган Аман (12 км). На юге республики расположено Чограйское водохранилище, на востоке — Каспийское море (167-километровый участок побережья). Большинство имеющихся рек является малыми, пересыхающими летом. Основные водные объекты республики: озеро Сарпа, озеро Маныч-Гудило, река Элиста. Для нужд коммунально-бытового водоснабжения созданы 283 пруда и водохранилища общим объемом 50 млн м³, в т. ч. Чограйское и Красинское. Построена сеть оросительных систем (Черноземельская, Сарпинская, Каспийская и др.)⁴.

За период седьмой пандемии холеры в Республике Калмыкия имели место эпидемиологические осложнения в виде периодической регистрации вспышек и спорадических случаев инфекции завозного происхождения в 1970-е, 1980-е, 1990-е годы с наиболее высокими показателями заболеваемости до 2,602 ‰ (1974 г.), 4,559 ‰ (1981 г.) и 4,717 ‰ (1994 г.) при средних многолетних показателях по республике — 0,477 ‰ (1970–1980 гг.), 0,450 ‰ (1981–1990 гг.) и 0,427 ‰ (1991–2000 гг.). В 2011 г. зарегистрирован случай холеры с выделением из клинического материала *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA⁺. При совершенствовании эпидемиологического надзора за холерой Республика Калмыкия была отнесена к территориям II типа подтипа А по эпидемическим проявлениям холеры, для которых были характерны при осложнении эпидемиологической ситуации все пути передачи возбудителя инфекции с преимущественным — водным типом вспышек и ежегодным выделением нетоксигенных холерных вибрионов из поверхностных водоемов⁵.

В соответствии с данными о контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов во время седьмой пандемии холеры на территории СССР, в Калмыцкой АССР, холерные вибрионы были выделены в 1973–1983 и 1985–1987 гг. в восточных и юго-восточных районах республики из р. Волги (пос. Цыган-Аман), водохранилища и оросительного канала (г. Каспийский), Оле-Каспийского канала (с. Джалыково) и др.⁶.

При оценке результатов эпидемиологического надзора за холерой с 1991 по 2019 г., а именно результатов бактериологических исследований проб из водных объектов, установлено, что в республике было выделено 446 штаммов *V. cholerae* O1 El Tor, в том числе *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA⁺ — 44 (10,0 %), *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA[–] — 400 (89,6 %) и *V. cholerae* RO ctxA⁺tcpA[–] — 2 (0,4 %), что составило в целом 19,8 % от изолированных в России. Они

были типичны по родовым и видовым признакам, характерным для *V. cholerae* O1 биотипа El Tor, агглютинировались до титра сыворотками Инаба, Огава и RO, были гемолизоположительными. По результатам ПЦР-анализа все штаммы относились к эпидемически незначимым — *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA[–] и *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA⁺.

На модели динамики контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов с 1991 по 2019 г. выявлена тенденция роста числа изолированных штаммов (коэффициент аппроксимации — 0,374) на фоне тенденции к снижению их числа в России (рисунк). При анализе данных об обнаружении *V. cholerae* O1 по временным периодам установлено, что в первом периоде (1991–2000 гг.) в регионе было изолировано 52 (5,78 % от выделенных в России) штамма *V. cholerae* O1, во втором периоде (2001–2010 гг.) число их возросло до 143 (18,7 %), в третьем периоде (2011–2019 гг.) — до 244 (41,2 %). При этом следует отметить, что с учетом отнесения республики к территориям II типа по эпидемическим проявлениям холеры тактика эпидемиологического надзора оставалась неизменной в части, касающейся сроков и кратности исследований проб на холеру. Отмечено увеличение стационарных точек отбора проб в 2019 г. до 71 по сравнению с 2017 г., когда их число составляло 34.

Установлено, что с 2011 по 2019 г. наибольшее число штаммов *V. cholerae* O1 было выделено из поверхностных водоемов в местах неорганизованного рекреационного водопользования — 173 (70,9 %), в местах сброса сточных вод — 40 (16,0 %), в местах организованного рекреационного водопользования — 27 (11,51 %), в зонах санитарной охраны водных объектов, используемых для централизованного питьевого водоснабжения, и в других точках (по эпидемиологическим и санитарно-гигиеническим показаниям) — по 2 штамма (1,0 и 1,0 %). Удельный вес штаммов, выделенных в республике, составил 59,5 % в структуре *V. cholerae* O1 в Южном федеральном округе за указанный период.

Следует констатировать, что выделение нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1 из водоемов Республики Калмыкия происходило за рассматриваемый временной период ежегодно, преимущественно из р. Элисты, пруда Заячьего, пруда Колонского в г. Элисте, периодически — из пруда с. Вознесеновка (Целинный район) и других водных объектов.

Рассматривая эколого-эпидемиологические аспекты контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов, остановимся на характеристике и эколого-гигиенических условиях некоторых из них. Река Элиста (также используется название Элистинка) протекает в центральной части Калмыкии, берет начало в пределах Ергенинской возвышенности, в одноименной балке, в западной части г. Элисты, является притоком р. Яшкули. Вбирая в себя водотоки балок (Кобылья балка, балка Гурвн-Сала и др.), расположенных в границах г. Элисты, превращается из мелкого ручья в небольшую реку,

⁴ Схема комплексного использования и охраны водных объектов бессточных районов междуречья Терека, Дона и Волги. Книга 1. Общая характеристика бессточных районов. Доступно по: <http://zkbvu.ru/upload/medialibrary/fec/fec20f26ad268364bbe4bbcb2b9b1c934.pdf>. (дата доступа: 09.08.2021).

⁵ Приказ МЗ СССР № 390 от 1 октября 1990 г. «О совершенствовании эпидемиологического надзора за холерой в стране».

⁶ Мединский Г.М., Ломов Ю.М., Пинигин А.Ф. и др. Справочник-кадастр распространения вибрионов эльтор в поверхностных водоемах и сточных водах на территории СССР во время седьмой пандемии. Ростов-на-Дону, 1991. 172 с.

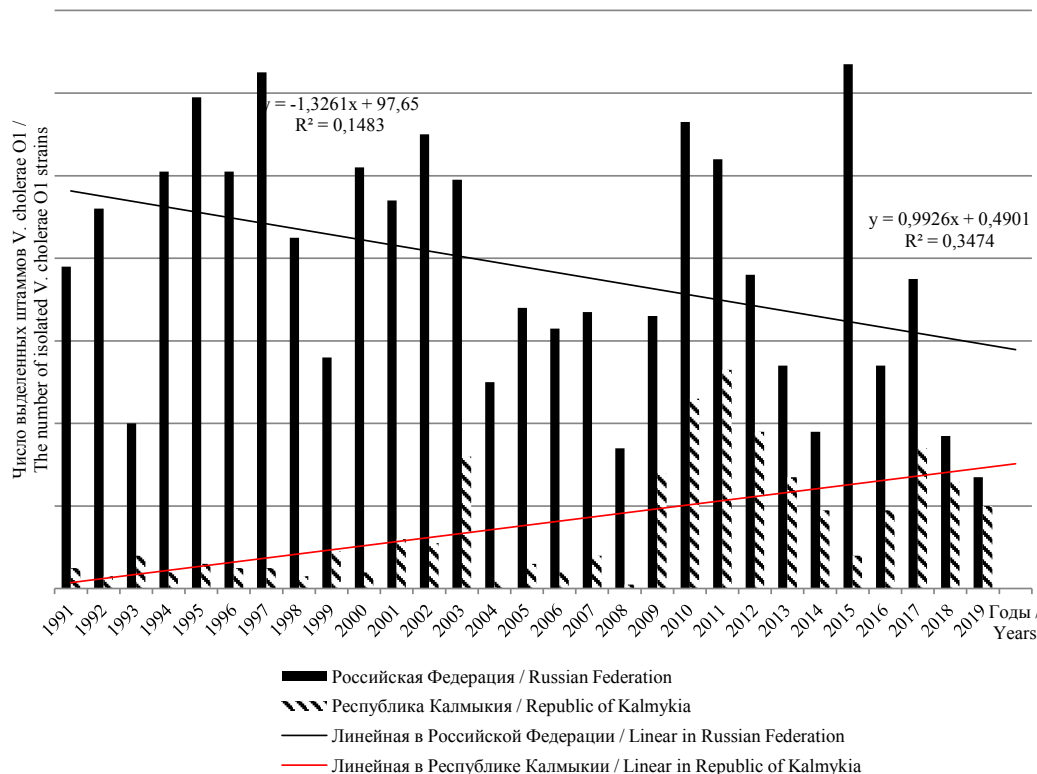


Рисунок. Динамика выделения штаммов *V. cholerae* O1 в Российской Федерации и Республике Калмыкия. 1991–2019 гг.
Figure. Isolation of *V. cholerae* O1 strains in the Russian Federation and the Republic of Kalmykia, 1991–2019

не пересыхающую летом. По данным доклада об экологической ситуации в Республике Калмыкия в 2011 году, отмечено, что река является конечным приемником канализационных вод г. Элисты, которые поступают после полной биологической очистки с очистных сооружений. Объем ежегодно сбрасываемых канализационных стоков составлял 7,5–8,2 млн м³, которые накапливались в прудах агрофирмы «Вознесенская» Целинного района и Улан-Эргинском пруду в Яшкульском районе. Вода в реке не соответствовала санитарно-эпидемиологическим нормативам. Так, индекс загрязненности был равен 7,85, вода относилась к 6-му классу качества – «очень грязная» и была непригодна для использования в питьевых и хозяйственно-бытовых целях. На реке расположено несколько прудов, входящих в систему р. Элистинки, в том числе пруд Заячий, который представляет собой перегороденную плотиной часть реки, куда попадают сточные воды частного сектора^{7,8}.

При определении эпидемического потенциала Республики Калмыкия по комплексу показателей (2011–2015 гг.) выявлена высокая степень потенциальной эпидемической опасности поверхностных водоемов с учетом контаминации их *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA⁺, *V. cholerae* O1 ctxA⁺tcpA [4]. При этом в поверхностные водоемы, по данным муниципального унитарного предприятия «Элиставодоканал», сбрасывались недостаточно очищенные сточные воды в объеме 1 306 300,0 м³/год.

При эпидемиологических расследованиях, проведенных совместно со специалистами Управления Роспотребнадзора по Республике Калмыкия в связи с обнаружением *V. cholerae* O1 в стационарных точках, в том числе в р. Элистинке, пруду Заячьему (2016–2019 гг.), установлено, что большинство проб воды продолжали не соответствовать значениям микробиологических показателей, предусмотренным СанПиН 2.1.5.980–00⁹. Это свидетельствовало о продолжающихся сбросах недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых стоков в водные объекты.

При ежегодном выделении *V. cholerae* O1 из р. Элистинки и пруда Заячьего мы придерживаемся мнения Т.Б. Каляевой (2017) о наличии в поверхностных водоемах условий для поддержания жизнеспособности и размножения холерных вибрионов. Исходя из литературных данных, к условиям, способствующим сохранению *V. cholerae* O1, и к «резервуарам возбудителя» могут быть отнесены такие обитатели водоемов, как цветковые растения, ракообразные и зоопланктон, простейшие, рыбы и другие. При этом комменсальное сосуществование с указанными водными организмами является ключевым фактором в адаптации *V. cholerae* O1 к неблагоприятным условиям для его выживания [5]. В настоящее время установлена в основном симбиотная связь между *V. cholerae* и зоопланктонными организмами водной окружающей среды. Это обуславливает

⁷ Колодко О.Г. ред. Атлас Республики Калмыкия [Карты]. Реки бессточных территорий междуречья Терека, Дона и Волги. ФГУП «Северо-Кавказское аэрогеодезическое предприятие». Тула: ИПО «Лев Толстой», 2010. 208 с.

⁸ Каляева Т.Б., Оброткина Н.Ф., Тюнникова В.Д. О культурах холерных вибрионов, выделенных на территории Республики Калмыкия с 2012 по 2016 год // Холера и патогенные для человека вибрионы. 2017. С. 83–86. Доступно по: <http://antiplague.ru/wp-content/uploads/2018/05/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%BA-30.pdf>. (дата доступа: 09.08.2021).

⁹ СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

высокую частоту изоляции *V. cholerae* в летние периоды в водоемах различных широт [1, 9–13]. С другой стороны, представители фито- и зоопланктона, являющиеся типичными для водоемов в умеренном и субтропическом поясах, могут быть одной из экологических ниш для сохранения вибрионов Эль Тор в межэпидемический период, в том числе в некультивируемой форме и в составе биопленки [14–24].

В этой связи представляют интерес исследования В.Н. Максимова и соавт. (1997)¹⁰ в части, касающейся гидробиологических (численность, биомасса, сапробность, виды фито- и зооперифитона) и гидрохимических показателей, характеризующих экосистему р. Элисты, прудов Ярморочного (расположен в юго-восточной части г. Элисты, в пойме р. Элисты) и Улан-Эргинского (расположен в русле р. Яшкуль). За период исследований в составе перифитона¹¹ трех водоемов было обнаружено 258 видов и разновидностей.

Установлено, что фитоперифитон включал в себя 180 видов, принадлежащих к шести отделам: *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Pyrrophyta*, *Cyanophyta*, *Bacillariophyta*, *Chrysophyta*. Флористически наиболее разнообразными были диатомовые водоросли (73 таксона). Зеленые водоросли были представлены 48 видами, сине-зеленые — 31, остальные виды не отличались систематическим разнообразием. Сообщество зооперифитона включало 78 видов, разновидностей и форм, относящихся к классам *Ciliata*, *Sarkodina*, *Zooflagellata* и *Rotatoria*. С применением метода экологически допустимых уровней (ЭДУ) для абиотических факторов получены в тот период данные о превышении, в частности, санитарно-химических показателей для р. Элисты по $N(NO_3^-)$, Cr, P, Cu, SO_4^{2+} , Mg (в сравнении с ЭДУ для других регионов России), что определило экологическое неблагополучие водного объекта при адаптации зооперифитона. В 2018, 2019 и 2020 гг. доля проб воды с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям из водоемов II категории, используемых для рекреационных целей, составила в Республике Калмыкия 61,22; 55,56; 51,7 % соответственно^{12,13,14}.

Приведенные данные по гидробиологическим показателям явно демонстрируют наличие в экологической системе р. Элистки ранее благоприятных условий для обитания и сохранения *V. cholerae* O1 с учетом состава фито- и зооперифитона. Изучение видового состава, структуры планктонных сообществ представляет научный интерес и, безусловно, имеет прикладное значение,

чтобы приблизиться к ответу на поставленный вопрос о возможности длительного сохранения *V. cholerae* O1. При этом не исключается контаминация штаммами, попадающими в реку со сточными водами различного происхождения. Это подтверждается выделением *V. cholerae* O1 ctxA⁻tcpA⁻ и *V. cholerae* O1 ctxA⁻tcpA⁺ в месте сброса сточных вод с очистных сооружений г. Элисты (2013, 2015, 2018 г.), а также в месте поступления водотока, например из Кобыльей балки, в р. Элистинку (2011, 2015, 2021 гг.).

Пруд Колонский входит также в систему р. Элистки. Как отмечено на сайте Управления Роспотребнадзора по Республике Калмыкия¹⁵, в рамках социально-гигиенического мониторинга регулярно в пробах воды из пруда Колонского, в том числе пляжной зоны, обнаруживалось и продолжает обнаруживаться выраженное превышение содержания санитарно-показательных микроорганизмов (термотолерантные колиформные бактерии и общие колиформные бактерии), в связи с чем санитарно-эпидемиологическое заключение на использование данного водоема в целях рекреационного водопользования не выдавалось.

Что касается водоемов Целинного района, где из пруда в с. Вознесенки ежегодно изолировали *V. cholerae* O1, то они не связаны единой водной системой с рекой Элистинкой.

Помимо фактических данных о динамике выделения *V. cholerae*, преимущественной изоляции их из определенных стационарных точек отбора, нами проанализированы данные о выделении первых культур *V. cholerae* O1 из водных объектов с 2011 по 2019 г. и в 2021 г. Установлено, что культуры были обнаружены впервые в июне и июле в водах из р. Элистки в 2012–2013 и 2021 гг., пруда Заячьего — в 2011, 2017 и 2019 гг., пруда с. Вознесенки — в 2015–2016 и 2018 гг. и пруда Колонского — в 2014 г. при температуре воды от 16–19 до 26–27 °С, pH воды — от 6,7 (пруд Колонский) до 8,6 (р. Элистинка, пруд Заячий). Приведенные данные указывают на отсутствие закономерности в плане первоисточника, но, учитывая, что водные объекты (кроме пруда с. Вознесенки) связаны единой водной системой, сохранение *V. cholerae* O1 в одном из водных объектов, прежде всего в р. Элистке, или поступление со сточными водами будет способствовать контаминации их и обнаружению.

По результатам ранее проведенных INDEL- (с использованием девяти локусов) и ПЦР-

¹⁰ Максимов В.Н., Джабруева Л.В., Булгаков Н.Г., Терехин А.Т. Концепция выявления стрессовых состояний водных экосистем методом ранговых распределений и экологически допустимые уровни загрязняющих веществ для водоемов р. Элисты // Водные ресурсы. 1997. Т. 24. № 1. С. 79–85. Доступно по: <https://ecograde.bio.msu.ru>. (дата доступа: 06.08.2021).

¹¹ Перифитон — микробиоценозы и биоценозы, возникающие при «обрастании» водорослями и многими животными (усоногие ракообразные, двусторчатые моллюски, гидроиды, в частности пресноводная гидра и пр.) подводных свай, древесных стволов, ... речных судов. Организмы, входящие в эти ценозы, принадлежат к нескольким жизненным формам.

¹² Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году». Доступно по: <https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/798/gosudarstvennyy-doklad-o-sostoyanii-sanitarno-epidemiologicheskogo-blagopoluchiya-naseleniya-v-rossiyskoy-federatsii-v-2018-godu.pdf>. (дата доступа: 06.08.2021).

¹³ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году». Доступно по: https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/8e4/gosdoklad-za-2019_seb_29_05.pdf. (дата доступа: 06.08.2021).

¹⁴ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году». Доступно по: https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/5fa/gd-seb_02.06-s-podpisyu_.pdf. (дата доступа: 06.08.2021).

¹⁵ Информация о санитарно-гигиеническом состоянии пруда «Колонский». Доступно по: http://08.rosпотребнадзор.ru/news/-/asset_publisher/w7Ci/content/o-sanitarno-gigienicheskom-sostoyanii-pruda-«Колонский». (дата доступа: 09.08.2021).

генотипирования (по 14 генам-мишеням) штаммов *V. cholerae* O1, изолированных из водных объектов Российской Федерации (2014–2018 гг.), установлена гетерогенность штаммов по INDEL- и ПЦР-генотипам в Республике Калмыкия [25]. При этом наряду с изолированными штаммами с новыми генотипами отмечена ежегодная изоляция *V. cholerae* O1 с идентичными, ранее встречающимися штаммами по INDEL- и ПЦР-генотипам из водоемов г. Элисты, которые практически отсутствовали в других субъектах РФ. Это косвенно указывало на наличие благоприятных условий для их сохранения в водных объектах, относящихся к единой водной системе. Приведенные результаты подтверждены при INDEL-генотипировании штаммов 2019 г. на фоне выделенных в других регионах РФ.

Контаминация водных объектов *V. cholerae* O1 с ранее не встречающимися INDEL- и ПЦР-генотипами указывает на возможное их завозное происхождение [25]. О завозе паломниками-буддистами из Индии, Непала штаммов *V. cholerae* O139 серогруппы в регион сказано в работе А.А. Французова и соавт. (2000) [26].

Несмотря на то, что в Республике Калмыкия при наличии воздушного пункта пропуска установлена низкая степень потенциальной эпидемической опасности миграции населения в возможности завоза холеры и отсутствуют транспортные сообщения со странами, неблагополучными по холере [27], при наличии связей с центром буддизма в Тибете [28] существует потенциальная опасность завоза холеры, в том числе обусловленной токсигенными штаммами *V. cholerae* O1.

В 2020 г. из водных объектов *V. cholerae* O1 не были выделены при мониторинговых исследованиях, которые проводились в соответствии с действующими нормативными документами во взаимодействии с Референс-центром. Исключен завоз паломниками из Индии на основании запроса ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Калмыкия» в администрацию Центрального хурула Калмыкии «Золотая обитель Будды Шакьямуни» «О предоставлении сведений относительно поездок буддийских паломнических групп на учения Его Святейшества Далай-ламы. В 2020 г. паломнические группы не выезжали за пределы Российской Федерации ввиду глобальной эпидемиологической обстановки по COVID-19. Определенное значение имели природные (засуха) и гидрологические условия (обмеление) эпидемиологически значимых водных объектов, введение действенного запрета на использование в рекреационных целях водоемов, из которых ранее были выделены *V. cholerae* O1, введение самоизоляции.

Заключение. Анализ результатов мониторинга контаминации *V. cholerae* O1 водных объектов в Республике Калмыкия свидетельствует о продолжительном, ежегодном выделении холерных вибрионов в г. Элисте из водных объектов (р. Элистинка, пруды Заячий и Колонский), неблагополучных в экологическом отношении по микробиологическим и санитарно-химическим показателям, предусмотренным гигиеническими нормативами. Это обусловлено сбросом в р. Элистинку в границах города хозяйственно-бытовых сточных вод, в том числе недостаточно очищенных из канализационных очистных сооружений, а также контаминацией *V. cholerae* O1 с водотоками из балок. Следует отметить, что *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺ были изолированы преимущественно

в месте сброса сточных вод, что указывает на их завозное происхождение наряду с *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺ с INDEL- и ПЦР-генотипами, ранее не встречающимися в данном регионе.

Контаминацию водных объектов *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺ и *V. cholerae* O1 ctxA⁺ tcpA⁺ мы рассматриваем как предпосылки возможного осложнения эпидемиологической ситуации при завозе возбудителя холеры из стран, неблагополучных по холере, с которыми в Республике Калмыкия имеются ежегодные туристические (религиозные) связи. Это диктует необходимость проведения комплекса мероприятий, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в регионе.

Список литературы

1. Онищенко Г.Г., Москвитина Э.А., Кругликов В.Д. и др. Эпидемиологический надзор за холерой в России в период седьмой пандемии Вестник Российской академии медицинских наук. 2015. Т. 70. № 2. С. 249–56. doi: 10.15690/vramn.v70i2.1320
2. Смирнова Н.И., Крицкий А.А., Альхова Ж.В. и др. Вариативность генома островов патогенности нетоксигенных штаммов *Vibrio cholerae* O1 биовара Эль Тор // Генетика. 2020. Т. 56. № 9. С. 1018–1033. doi: 10.31857/S0016675820080147
3. Миронова Л.В., Современные представления о закономерностях эпидемического процесса при холере: экологические и молекулярно-биологические аспекты // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2018. Т. 23. № 5. С. 242–250. doi: 10.18821/1560-9529-2018-23-5-242-250
4. Москвитина Э.А., Тюленева Е.Г., Самородова А.В., Кругликов В.Д., Титова С.В. Эпидемиологическая оценка поверхностных водоемов с учетом контаминации их холерными вибрионами O1 и O139 серогрупп как составляющая при определении эпидемического потенциала административной территории // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 7 (292). С. 44–49. doi: 10.35627/2219-5238/2017-292-7-44-49
5. Куликалова Е.С., Урбанович Л.Я., Марков Е.Ю. и др. Связь холерного вибриона с водными организмами и ее значение в эпидемиологии холеры // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2014. № 4 (77). С. 19–25.
6. Меньшикова Е.А., Курбатова Е.М., Титова С.В. Экологические особенности персистенции холерных вибрионов: ретроспективный анализ и современное состояние проблемы // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2020. Т. 97. № 2. С. 165–173. doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-2-165-173
7. Мединский Г.М., Ломов Ю.М., Пинигин А.Ф., Голубев Б.П., Алексеев В.В., Левчишина Г.И. Эколого-географические аспекты распространения вибрионов эльтор в объектах окружающей среды на территории бывшего СССР // Холера. Вопросы эпидемиологии, микробиологии и лабораторной диагностики: материалы Российской научной конференции. Ростов-на Дону, 16–19 ноября 1992. С. 36–37.
8. Адамов А.К., Ломов Ю.М., Малеев В.В. и др. Холера в СССР в период седьмой пандемии / Под ред В.И. Покровского. М.: Медицина, 2000. 472 с.
9. Литвин В.Ю., Марамович А.С., Гинцбург А.Л. Стратегия адаптивной изменчивости холерных вибрионов в природных водоемах // Вестник Российской академии медицинских наук. 2001. № 11. С. 20–25.
10. Huq A, Sack RB, Nizam A, et al. Critical factors influencing the occurrence of *Vibrio cholerae* in the environment of Bangladesh. *Appl Environ Microbiol.*

- 2005;71(8):4645–4654. doi: 10.1128/aem.71.8.4645-4654.2005
11. Martinelli Filho JE, Lopes RM, Rivera ING, Colwell RR. Vibrio cholerae O1 detection in estuarine and coastal zooplankton. *J Plankton Res.* 2011;33(1):51–62. doi: 10.1093/plankt/fbq093
 12. Марков Е.Ю., Куликалова Е.С., Урбанович Л.Я. и др. Хитин и продукты его гидролиза в экологии Vibrio cholerae (обзор) // Биохимия. 2015. Т. 80. № 9. С. 1334–1343.
 13. Hounmanou YMG, Leekitcharoenphon P, Hendriksen RS, et al. Surveillance and Genomics of Toxigenic Vibrio cholerae O1 From Fish, Phytoplankton and Water in Lake Victoria, Tanzania. *Front Microbiol.* 2019;10:901. doi: 10.3389/fmicb.2019.00901
 14. Colwell RR. Viable but nonculturable bacteria: a survival strategy. *J Infect Chemother.* 2006;6(2):121–125. doi: 10.1007/PL00012151
 15. Mishra A, Taneja N, Sharma M. Viability kinetics, induction, resuscitation and quantitative real-time polymerase chain reaction analyses of viable but nonculturable Vibrio cholerae O1 in freshwater microcosm. *J Appl Microbiol.* 2012;112(5):945–953. doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05255.x
 16. Bari SMN, Roky MK, Mohiuddin M, Kamruzzaman M, Mekalanos JJ, Faruque SM. Quorum-sensing autoinducers resuscitate dormant Vibrio cholerae in environmental water samples. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2013;110(24):9926–9931. doi: 10.1073/pnas.1307697110
 17. Dalia AB, Lazinski DW, Camilli A. Identification of a membrane-bound transcriptional regulator that links chitin and natural competence in Vibrio cholerae. *MBio.* 2014;5(1):e01028–13. doi: 10.1128/mBio.01028-13
 18. Kaboré S, Cecchi P, Mosser T, et al. Occurrence of Vibrio cholerae in water reservoirs of Burkina Faso. *Res. Microbiol.* 2018;169:1–10. doi:10.1016/j.resmic.2017.08.004
 19. Титова С.В., Монахова Е.В., Алексеева Л.П., Писанов Р.В. Молекулярно-генетические основы биопленкообразования как составляющей персистенции Vibrio cholerae в водоемах Российской Федерации // Экологическая генетика. 2018. Т. 16. № 4. С. 23–32. doi: 10.17816/ecogen16423-32
 20. Islam MSirajul, Zaman MH., Islam MShafiqul, Ahmed NJ, Clemens DM. Environmental Reservoirs of Vibrio Cholerae. *Vaccine.* 2020;38 Suppl1):A52–A62. doi: 10.1016/j.vaccine.2019.06.033
 21. Diner RE, Kaul D, Rabines A, et al. Pathogenic Vibrio Species Are Associated with Distinct Environmental Niches and Planktonic Taxa in Southern California (USA) Aquatic Microbiomes. *mSystems.* 2021;6(4):e0057121. doi: 10.1128/mSystems.00571-21
 22. Naser IB, Shishir TA, Faruque SN, Hoque MM, Hasan A, Faruque SM. Environmental prevalence of toxigenic Vibrio cholerae O1 in Bangladesh coincides with V. cholerae non-O1 non-O139 genetic variants which overproduce autoinducer-2. *PLoS One.* 2021;16(7):e0254068. doi: 10.1371/journal.pone.0254068
 23. Nasreen T, Islam MT, Liang KYH, et al. Dynamic Subspecies Population Structure of Vibrio cholerae in Dhaka, Bangladesh. *Microb. Ecol.* 2021 Oct 11. doi: 10.1007/s00248-021-01838-0 [Online ahead of print]
 24. Pal BB, Nayak SR, Biswal B, Das BK. Environmental reservoirs of Vibrio cholerae serogroups in the flowing freshwater environs from the tribal areas of Odisha, Eastern India. *Environ Microbiol Rep.* 2021;13(2):119–125. doi: 10.1111/1758-2229.12914
 25. Москвитина Э.А., Янович Е.Г., Куриленко М.Л. и др. Холера: мониторинг эпидемиологической обстановки в мире, России (2010–2019 гг.). Прогноз на 2020 год // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 2. С. 38–47. doi: 10.21055/0370-1069-2020-2-38-47
 26. Французов А.А., Подсвиров А.В., Топорков В.П., Яшкулов К.Б. Эпидемиологическая ситуация по холере Бенгал в Республике Калмыкия в 1999 году и прогноз на 2000 год // Природно-очаговые инфекции в Нижнем Поволжье. Волгоград: Изд-во «Принт»: Изд-во «ВолГУ», 2000. С. 302–303.
 27. Тюленева Е.Г., Москвитина Э.А. Эпидемиологическая оценка миграции населения в возможности заноса холеры в субъекты Российской Федерации // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2018. № 3. С. 3–10. doi: 10.36233/0372-9311-2018-3-3-10
 28. Французов А.А., Подсвиров А.В., Дмитриенко В.В., Подсвинова В.В., Оброткин В.В. О случаях завозной холеры в Республику Калмыкия за последние 30 лет // Природно-очаговые особо опасные инфекции на юге России, их профилактика и лабораторная диагностика: сборник научных трудов, посвященный 100-летию Астраханской противочумной станции. Астрахань: ГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Волга», 2001. С. 114–115.

References

1. Onishchenko GG, Moskvitina EA, Kruglikov VD, et al. Epidemiological surveillance of cholera in Russia during the period of the seventh pandemic. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk.* 2015; 70(2): 249–56. (in Russ.). doi: 10.15690/vramn.v70i2.1320
2. Smirnova NI, Krizkiy AA, Alchonin GW, et al. Variableness of genome of pathogenicity non-toxigenic Vibrio cholerae O1 strains El Tor. *Genetica.* 2020; 56(9). 1018–1033. doi: 10.31857/S0016675820080147
3. Mironova LV. Current conceptions concerning the objective laws of a cholera epidemic process: ecological and molecular biological aspects. *Epidemiologiya i Infektsionnye bolezni.* 2018; 23(5):242–250 (In Russ.). doi:10.18821/1560-9529-2018-23-5-242-250
4. Moskvitina EA, Tyuleneva EG, Samorodova AV, Kruglikov VD, Titova SV. Epidemiological assessment of surface water bodies with the consideration of their contamination by Vibrio cholerae O1 and O139 as a constituent part in determining the epidemic potential of an administrative territory. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2017;(7(292)):44–49. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-292-7-44-49
5. Kulikalova ES, Urbanovich LYa, Markov EYu, et al. Relationship of Vibrio cholerae with water organisms and its significance in cholera epidemiology. *Epidemiologiya i Vaksino profilaktika.* 2014;(4(77)):19–25. (In Russ.)
6. Menshikova EA, Kurbatova EM, Titova SV. Ecological features of the persistence of Vibrio cholerae: retrospective analysis and actual state of the problem. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2020;97(2):165–173. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2020-97-2-165-173
7. Medinsky GM, Lomov YuM, Pinigin AF, Golubev BP, Alekseenko VV, Levchishina GI Ecological and geographical aspects of the distribution of Eltor vibrios in environmental objects on the territory of the former USSR. Cholera. Issues of epidemiology, microbiology and laboratory diagnostics: materials of the Russian scientific conference. Rostov-on-Don, 12–19 November 1992; 36–37. (In Russ.)
8. Adamov AK, Lomov YuM, Maleev VV, et al.; Cholera in the USSR: the VII pandemic. Ed. VI Pokrovsky. M.: Medicina Publ., 2000 (In Russ.)
9. Litvin VYu, Maramovich AS, Gintsburg AL. [The strategy of adaptive variability of Vibrio cholerae in natural water bodies.]. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk.* 2001;(11):20–25. (In Russ.)
10. Huq A, Sack RB, Nizam A, et al. Critical factors influencing the occurrence of Vibrio cholerae in the environment of Bangladesh. *Appl Environ Microbiol.* 2005;71(8):4645–4654. doi: 10.1128/aem.71.8.4645-4654.2005
11. Martinelli Filho JE, Lopes RM, Rivera ING, Colwell RR. Vibrio cholerae O1 detection in estuarine and coastal zooplankton. *J Plankton Res.* 2011;33(1):51–62. doi: 10.1093/plankt/fbq093

12. Markov EYu, Kulikalova ES, Urbanovich LYa, Vishnyakov VS, Balakhonov SV Chitin and products of its hydrolysis in *Vibrio cholerae* ecology. *Biokhimiya*. 2015;80(9):1334–1343.
13. Hounmanou YMG, Leekitcharoenphon P, Hendriksen RS, *et al.* Surveillance and Genomics of Toxigenic *Vibrio cholerae* O1 From Fish, Phytoplankton and Water in Lake Victoria, Tanzania. *Front Microbiol*. 2019;10:901. doi: 10.3389/fmicb.2019.00901
14. Colwell RR. Viable but nonculturable bacteria: a survival strategy. *J Infect Chemother*. 2006;6(2):121–125. doi: 10.1007/PL00012151
15. Mishra A, Taneja N, Sharma M. Viability kinetics, induction, resuscitation and quantitative real-time polymerase chain reaction analyses of viable but nonculturable *Vibrio cholerae* O1 in freshwater microcosm. *J Appl Microbiol*. 2012;112(5):945–953. doi: 10.1111/j.1365-2672.2012.05255.x
16. Bari SMN, Roky MK, Mohiuddin M, Kamruzzaman M, Mekalanos JJ, Faruque SM Quorum-sensing autoinducers resuscitate dormant *Vibrio cholerae* in environmental water samples. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013;110(24):9926–9931. doi: 10.1073/pnas.1307697110
17. Dalia AB, Lazinski DW, Camilli A. Identification of a membrane-bound transcriptional regulator that links chitin and natural competence in *Vibrio cholerae*. *MBio*. 2014;5(1):e01028–13. doi: 10.1128/mBio.01028-13
18. Kaboré S, Cecchi P, Mosser T, *et al.* Occurrence of *Vibrio cholerae* in water reservoirs of Burkina Faso. *Res. Microbiol*. 2018;169:1–10. doi:10.1016/j.resmic.2017.08.004
19. Titova SV, Monakhova EV, Alekseeva LP, Pisanov RV. Molecular genetic basis of biofilm formation as a component of *Vibrio cholerae* persistence in water reservoirs of Russian Federation. *Ekologicheskaya Genetika*. 2018;16(4):23–32. (In Russ.) doi: 10.17816/ecogen16423-32
20. Islam MSirajul, Zaman MH., Islam MShafiqul, Ahmed NJ, Clemens DM. Environmental Reservoirs of *Vibrio Cholerae*. *Vaccine*. 2020;38 Suppl1):A52–A62. doi: 10.1016/j.vaccine.2019.06.033
21. Diner RE, Kaul D, Rabines A, *et al.* Pathogenic *Vibrio* Species Are Associated with Distinct Environmental Niches and Planktonic Taxa in Southern California (USA) Aquatic Microbiomes. *mSystems*. 2021;6(4):e0057121. doi: 10.1128/mSystems.00571-21
22. Naser IB, Shishir TA, Faruque SN, Hoque MM, Hasan A, Faruque SM. Environmental prevalence of toxigenic *Vibrio cholerae* O1 in Bangladesh co-incides with *V. cholerae* non-O1 non-O139 genetic variants which overproduce autoinducer-2. *PLoS One*. 2021;16(7):e0254068. doi: 10.1371/journal.pone.0254068
23. Nasreen T, Islam MT, Liang KYH, *et al.* Dynamic Subspecies Population Structure of *Vibrio cholerae* in Dhaka, Bangladesh. *Microb. Ecol*. 2021 Oct 11. doi: 10.1007/s00248-021-01838-0 [Online ahead of print]
24. Pal BB, Nayak SR, Biswal B, Das BK. Environmental reservoirs of *Vibrio cholerae* serogroups in the flowing freshwater environs from the tribal areas of Odisha, Eastern India. *Environ Microbiol Rep*. 2021;13(2):119–125. doi: 10.1111/1758-2229.12914
25. Moskvitina EA, Yanovich EG, Kurilenko MI, *et al.* Cholera: monitoring of epidemiological situation around the world and in Russia (2010–2019). Forecast for 2020. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy*. 2020;(2):38–47. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2020-2-38-47
26. Frantsuzov AA, Podsvirov AV, Toporkov VP, Yashkulov KB. Epidemiological situation on Bengal cholera in the Republic of Kalmykia in 1999 and forecast for 2000. Natural focal infections in the Lower Volga region. Volgograd: «Print» Publ.; «VolGU» Publ;2000:302–303. (In Russ.)
27. Tyuleneva EG, Moskvitina EA. Epidemiological assessment of population migration in the possibility of cholera importation into Russian Federation constituents. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2018;(3):3–10. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2018-3-3-10
28. Frantsuzov AA, Podsvirov AV, Dmitrienko VV, Podsvirova VV, Obrotkin VV. [On cases of imported cholera in the Republic of Kalmykia over the past 30 years.] In: [Natural Focal Highly Hazardous Infectious Diseases in the South of Russia, Their Prevention and Laboratory Diagnostics]: Collection of Scientific Papers Dedicated to the 100th Anniversary of the Astrakhan Anti-Plague Station. Astrakhan: GUP «Izdatel'sko-poligraficheskii kompleks «Volga» Publ.; 2001:114–115. (In Russ.)





Технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными животными

В.Г. Германчук, Е.В. Кислицина, Н.Ю. Шавина

ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт “Микроб”»
Роспотребнадзора, Университетская ул., д. 46, г. Саратов, 410005, Российская Федерация

Резюме

Введение. Государственная система биологической безопасности является важной композитной частью системы национальной безопасности. Биориск присутствует при выполнении любых манипуляций с патогенными биологическими агентами. Одним из видов работ, связанных с риском неблагоприятных событий, приводящих к внутрилабораторному инфицированию, является исследование зараженных биомоделей, которые используются для проведения экспериментальных, производственных и диагностических работ в организациях различных ведомств, имеющих санитарно-эпидемиологическое заключение на работу с ПБА I-IV групп.

Цель настоящего исследования – анализ действующей нормативно-методической и законодательной базы, регулирующей технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными биомоделями, с задачей максимального уменьшения биориска.

Методы. В результате исследования были отобраны и проанализированы нормативные документы и научные работы по поисковым электронным базам данных (Web of Science, PubMed, eLIBRARY) согласно ключевым словам. После проведенного анализа отобранной литературы в настоящее исследование в соответствии с темой работы было включено 35 источников.

Результаты. Особое внимание уделяют проектированию лабораторий, осуществляющих экспериментальные и диагностические работы с биомоделями, зараженными ПБА I-II патогенности. Строительство и реконструкция действующих лабораторий, проводящих работы с лабораторными животными, осуществляются в соответствии с проектной документацией и имеют ряд своих особенностей. Набор помещений и их оснащение оборудованием варьирует в зависимости от конкретных целей и задач лаборатории. Помещения лабораторий обеспечиваются системами водоснабжения, специальной канализации, электроснабжения, отопления, приточно-вытяжной вентиляции, телефонной связью, а также оснащены охранной и пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения в соответствии с требованиями пожарной безопасности.

Выводы. Проведенный анализ действующей нормативно-методической и законодательной базы, регулирующей технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными биомоделями, позволяет утверждать, что соблюдение соответствующих правил делает возможным осуществление специализированными лабораториями эффективной деятельности, безопасной как для здоровья людей, так и окружающей среды, с минимумом биорисков.

Ключевые слова: инфицированные животные, биомодель, биологический риск, патогенные биологические агенты, виварий, лаборатория.

Для цитирования: Германчук В.Г., Кислицина Е.В., Шавина Н.Ю. Технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными животными // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 12. С. 87-92. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-87-92>

Сведения об авторах:

✉ **Германчук** Валерий Геннадьевич – д.м.н., доцент, заведующий отделом экспериментальных животных с виварием; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8986-3640>.

Кислицина Екатерина Владимировна – младший научный сотрудник отдела экспериментальных животных с виварием; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7565-2383>.

Шавина Наталья Юрьевна – научный сотрудник отдела экспериментальных животных с виварием; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4206-7559>.

Информация о вкладе авторов: Германчук В.Г. – существенный вклад в концепцию работы, сбор, анализ или интерпретация результатов работы, написание текста, согласие нести ответственность за все аспекты работы; Кислицина Е.В. – сбор, анализ или интерпретация результатов работы; Шавина Н.Ю. – сбор, анализ или интерпретация результатов работы.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 10.06.21 / Принята к публикации: 01.12.21 / Опубликовано: 15.12.21

Technical and Design Features of Laboratories Suitable for Work Involving Infected Animals

Valery G. Germanchuk, Ekaterina V. Kislitsina, Natalya Yu. Shavina

Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”,
46 Universitetskaya Street, Saratov, 410005, Russian Federation

Summary

Introduction: The state biological safety system is an important component of the national security system. Handling of biological agents is always potentially hazardous. One of the types of work that poses the risk of developing laboratory-acquired infections includes studies of infected biological models used for experimental, production and diagnostic purposes in the laboratory facilities of various agencies authorized to deal with biological agents of pathogenicity groups I to IV.

Objective: The study aimed to analyze the up-to-date regulatory, methodological and legislative framework setting requirements for technical and design features of special purpose laboratories suitable for work involving infected animals in order to minimize health risks.

Methods: We analyzed regulatory documents and scientific publications found in bibliographic databases (Web of Science, PubMed, and eLIBRARY) using keyword searches and selected 35 sources for the present review.

Results: Special attention is paid to the design of laboratories intended for experimental and diagnostic work with biological models infected with biological agents of pathogenicity groups I and II. Both construction and reconstruction of existing premises are carried out in accordance with the design documentation and have a number of specific features. The combination of facilities depends on the goals and objectives of the laboratory. The laboratory premises shall be provided with water supply, special sewerage, power supply, heating, exhaust ventilation, telephone communications, as well as security and fire alarms and fire extinguishing equipment in accordance with fire safety requirements.

Conclusions: The results of analyzing the current regulatory, methodological and legislative framework governing technical and design characteristics of special purpose laboratories suitable for work with infected animals confirm that strict compliance with the appropriate requirements enables their effective performance and guarantees safety for human health and the environment by eliminating biological risks.

Keywords: infected animals, biological model, biohazard, pathogens, vivarium, laboratory.

For citation: Germanchuk VG, Kislitsina EV, Shavina NYu. Technical and design features of laboratories suitable for work involving infected animals. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(12):87–92. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-12-87-92>

Author information:

✉ Valery G. Germanchuk, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Experimental Animals with Vivarium, Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe"; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8986-3640>.

Ekaterina V. Kislitsina, Junior Research Scientist, Department of Experimental Animals with Vivarium, Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe"; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7565-2383>.

Natalya Yu. Shavina, Research Scientist, Department of Experimental Animals with Vivarium, Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe"; e-mail: rusrapi@microbe.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4206-7559>.

Author contributions: Germanchuk V.G. developed the study conception and design and wrote the manuscript; Kislitsina E.V. and Shavina N.Y. did data collection and analysis and interpreted the results; all authors contributed to the discussion and approved the final version of the manuscript.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: June 10, 2021 / Accepted: December 1, 2021 / Published: December 15, 2021

Введение. Государственная система биологической безопасности является важной композитной частью системы национальной безопасности и представляет собой совокупность правовых, медико-биологических, санитарно-эпидемиологических, ветеринарно-санитарных, фитосанитарных, административно-организационных, военных, финансовых, коммуникационных, информационных и других мер, направленных на защиту населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных биологических факторов, предотвращение биологических угроз, создание и развитие системы мониторинга биологических рисков, а также на осуществление межгосударственного и международного сотрудничества в области биологической безопасности¹.

Допустимый уровень биологического риска обеспечивается выполнением вышеперечисленных мероприятий. Наличие опасных биологических факторов, формирующих недопустимый риск и способных привести к возникновению эпидемий, эпизоотий, эпифитотий, ухудшению ситуации в области биологической безопасности и (или) перерастанию ее в чрезвычайную ситуацию биологического характера, представляет собой биологическую угрозу².

К одному из видов основных биологических угроз относятся аварии на объектах, на которых находятся источники биологической опасности и (или) проводятся работы с патогенными биологическими агентами (ПБА), а также диверсии и (или) террористические акты на этих объектах^{1,2}.

Биориск присутствует при выполнении любых манипуляций с ПБА [1–11]. На территории Российской Федерации свыше 160 организаций осуществляют деятельность с ПБА I–II групп, зарегистрировано свыше 10 000 организаций, имеющих лицензию на деятельность с ПБА III–IV групп.

Для совершенствования системы мониторинга, лабораторной диагностики инфекционных и паразитарных болезней и индикации ПБА в Российской Федерации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека определены:

– перечень Центров индикации возбудителей инфекционных болезней I–II групп патогенности и обеспечения противоэпидемической готовности, созданных на базе противочумных учреждений;

– перечень Опорных баз Центров индикации возбудителей инфекционных болезней I–II групп патогенности, созданных на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии»;

– перечень научно-методических центров по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II–IV групп патогенности с прикрепленными субъектами Российской Федерации;

– перечень референс-центров по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней, центров лабораторной диагностики и научно-методических центров по отдельным направлениям деятельности с микроорганизмами³.

Систематизация накопленных знаний о природе ПБА привела к появлению специализированных по техническому оснащению лабораторий для изучения возбудителей инфекционных заболеваний.

Одним из видов работ, связанных с риском неблагоприятных событий, приводящих к внутрилабораторному инфицированию, являются зараженные биомодели, используемые для проведения экспериментальных, производственных и диагностических работ в организациях различных ведомств, имеющих санитарно-эпидемиологическое заключение на работу с ПБА I–IV групп. Важнейшей особенностью исследований, проводимых в лабораториях с инфицированными животными, является потенциальная опасность инфицирования персонала и загрязнения окружающей среды.

Цель настоящего исследования — анализ действующей нормативно-методической и законодательной базы, регулирующей технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными биомоделями с задачей максимального уменьшения биориска.

Методы. В результате исследования были отобраны и проанализированы нормативные

¹ Об основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Указ Президента РФ от 11 марта 2019 г. № 97.

² О биологической безопасности в Российской Федерации. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 492-ФЗ.

³ О совершенствовании системы мониторинга, лабораторной диагностики инфекционных и паразитарных болезней и индикации ПБА в Российской Федерации. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 1 декабря 2017 г. № 1116.

документы и научные работы по поисковым электронным базам данных (Web of Science, PubMed, eLIBRARY) согласно ключевым словам. После проведенного анализа отобранной литературы в настоящее исследование в соответствии с темой работы было включено 35 источников.

Результаты исследования. Общеизвестно, что одним из свойств микроорганизмов является патогенность — потенциальная способность возбудителя вызывать инфекционный процесс. По классификации степени опасности патогены разделяют на группы. Традиционно возбудителей болезней человека и животных подразделяют на четыре группы⁴. Исходя из этого определены требования в проектировании и техническом оснащении специализированных лабораторий, где проводят работу с лабораторными животными, инфицированными ПБА I–IV групп. Особое внимание уделяют при проектировании лабораторий, осуществляющих экспериментальные и диагностические работы с биомоделями, зараженными ПБА I–II патогенности.

Строительство и реконструкция действующих лабораторий, проводящих работы с лабораторными животными, осуществляются в соответствии с проектной документацией и имеют ряд особенностей:

- территория, на которой расположена или будет располагаться лаборатория, должна иметь ограждение, препятствующее бесконтрольному проникновению посторонних лиц, охранную сигнализацию;

- лаборатории, где проводят и будут проводить работу с биомоделями, зараженными ПБА, размещают в отдельно стоящем здании или на отдельном этаже здания, имеющем независимый вход;

- входная дверь должна иметь запирающее устройство, на ней обязательно обозначается название (номер) лаборатории и знак «Биологическая опасность»;

- в лабораториях, работающих с зараженными биомоделями, где проводят работы с возбудителями вирусных и бактериальных инфекционных заболеваний, относящихся к I–IV группе патогенности (опасности), предусматриваются инженерные системы биологической безопасности⁴ [12, 13].

Набор помещений и их оснащение оборудованием варьирует в зависимости от конкретных целей и задач лаборатории. При проектировании и строительстве помещения лабораторий разделяют на «заразную» зону, где осуществляются манипуляции с животными, инфицированными возбудителями I–II групп патогенности, и «чистую» зону, где не проводят такого вида работы. На границе «чистой» и «заразной» зон во вновь строящихся или реконструируемых лабораториях предусмотрено устройство санитарных пропускников, состоящих из помещения для снятия личной одежды и надевания рабочей одежды, средств индивидуальной защиты (СИЗ) и помещения для снятия рабочей одежды, душевой. На

границе зон на входе в помещение необходимо устанавливать герметичную дверь, на которую должен быть нанесен знак «Биологическая опасность». Блок для работы с инфицированными животными должен быть отделен от остальной части «заразной» зоны комнатами для надевания и снятия защитной одежды и средств индивидуальной защиты и состоять из комнаты для приема, разборки и первичной обработки поступающего материала, комнаты для работы с этим материалом (заражение, вскрытие, посев), комнаты для содержания зараженных животных, комнаты для обеззараживания инвентаря^{4,5} [12, 13].

Лаборатории оборудуются двумя входами — для сотрудников и для получения материала, которое возможно через передаточный шлюз^{4,5}.

Помещения лабораторий обеспечиваются системами водоснабжения, специальной канализации, электроснабжения, отопления, приточно-вытяжной вентиляции, телефонной связью, а также оснащены охранной и пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения в соответствии с требованиями пожарной безопасности^{4,6}.

Помещения «заразной» зоны лаборатории обязательно оборудуются аварийной звуковой и/или световой сигнализацией, которая выводится в помещения «заразной» и «чистой» зон, где постоянно находится персонал.

В лабораториях, проводящих работу с аэрозолями ПБА I–II групп, аэрогенное заражение лабораторных животных проводится в статико-динамических аэрозольных камерах, имеющих отсеки экспонирования, которые обеспечивают нахождение головы животного в аэрозоле заданное время и позволяют минимизировать контаминацию шерсти тел биомоделей. Воздуховоды аэрозольной камеры герметичные, цельносварные, выполнены из нержавеющей стали. Конструкция аэрозольной камеры обеспечивает постоянное разрежение внутри рабочего объема не менее 150 Па. Управление работой аэрозольной камеры осуществляется дистанционно с помощью пульта. К помещению с аэрозольной камерой должны примыкать боксированные лабораторные помещения для содержания инфицированных животных и их вскрытия. Все виды работ в помещениях «заразной» зоны проводятся в пневмокостюмах.

Система водоснабжения в помещениях «заразной» зоны не допускает использование системы без установки обратного клапана, а также слив необеззараженных жидкостей и жидких отходов в канализационную сеть. При проектировании следует учитывать, что в помещениях «заразной» зоны не допускается устройство подпольных каналов и подвесных потолков без доступа в запотолочное пространство для периодической дезинфекционной обработки⁴.

Твердые отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности инфицированных биомоделей (подстил, корма, тушки павших и выведенных из эксперимента животных) и предметы из помещений «заразной» зоны относятся к классу

⁴ Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 4 от 28 января 2021 г.

⁵ Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях. 3-е изд. / Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2004. 139 с.

⁶ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (с изменениями и дополнениями).

«В» (чрезвычайно эпидемиологически опасные отходы)⁷. Вначале их обеззараживают химическим методом, а затем в проходном автоклаве с двумя дверьми, оснащенными блокировкой, препятствующей одновременному открыванию дверей, установленном на границе «заразной» и «чистой» зоны⁴, с последующей утилизацией в соответствии с законодательством в области ветеринарии⁸.

Обеззараживание жидких отходов (сточных вод) проводится поэтапно. Вначале химическим способом с использованием дезинфицирующих средств с соответствующей экспозицией. Далее жидкие стоки сливаются в установку по обеззараживанию инфицированных стоков, где происходит обеззараживание физическим (термическим) способом, и только после этого цикла обеззараженные стоки сбрасываются в канализацию⁴.

После работы в блоке с инфицированными животными защитную одежду снимают, помещают в емкости и обеззараживают путем замачивания в дезинфицирующем растворе. Рабочую одежду обеззараживают также путем замачивания в дезинфицирующем растворе с последующей стиркой.

Международный эксперт в области технологии чистых помещений У. Уайт считает, что 70 % загрязнений воздушной среды приходится на человека, остальное — частицы пыли с одежды, ограждающих строительных конструкций (стены, пол, потолок), оборудования и т. п.⁹

Большое значение в проектировании и в последующем техническом оснащении помещений вивария имеет организация воздухообмена и условия вентилирования. Формируемые направленные барьерные воздушные потоки и рекомендуемые значения их скорости (0,45–0,7 м/сек) обеспечивают локализацию источника биологической опасности^{4,10} [13].

Следовательно, для обеспечения надежной защиты воздушной среды и создания соответствующих санитарно-гигиенических условий для соблюдения требований биологической и экологической безопасности помещения для работы с инфицированными животными и содержания инфицированных животных микробиологические комнаты оборудуются автономными системами приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением, оснащенными фильтрами тонкой очистки на выходе не менее Н14 класса фильтрации, проверяемыми на защитную эффективность⁴. Режим работы систем вентиляции блоков помещений «заразной» зоны для работы с инфицированными животными должен быть непрерывным, без перехода на режим «нерабочего» времени. Отработанный воздух из лаборатории, не циркулировавший в помещениях «заразной» зоны, должен выходить из здания наружу с таким

расчетом, чтобы он мог рассеиваться вдали от служебных и жилых зданий или отверстий для забора свежего воздуха. В помещениях «заразной» зоны предусмотрено создание различных депрессионных режимов в соответствии с технологическими условиями (от –1,0 до –100 Па и не менее чем от –200 до –250 Па в лабораториях, проводящих работу с аэрозолями ПБА I–II групп).

Очистка подаваемого воздуха в рабочие помещения должна проводиться фильтрами класса не менее Н11, кондиционирование воздуха помещений «заразной» зоны допускается секциями кондиционирования, предусмотренными в составе приточных вентиляционных систем до фильтров очистки воздуха класса не менее Н11–Н13. Недопустима установка оконных кондиционеров и сплит-систем на границе помещений «заразной» и «чистой» зоны^{4,11}.

При работающей вентиляции в помещениях вивария образуется два вида воздушных потоков: организованные и неорганизованные. Организованные потоки связаны с работой приточно-вытяжной вентиляции, а также воздушными потоками, обусловленными влиянием постоянной работы первичных барьеров. Организованные воздушные потоки, характеризующиеся расчетными параметрами и заданной направленностью, предусматриваются проектом и техническими решениями. Неорганизованные воздушные потоки возникают при работе персонала вивария.

Сотрудники, работающие в помещениях, в результате своей жизнедеятельности вносят физические изменения в состояние воздушной среды (загрязнение, тепло и влаговыведение). Несбалансированное превышение влажности и температуры приводит к перегреву организма. Это может отразиться на действиях персонала во время выполнения манипуляций с инфицированными ПБА биомоделями [14].

Такая вентиляция обеспечивает надлежащее качество воздуха и стабильную окружающую среду, снижает риск перекрестного заражения переносимыми по воздуху возбудителями^{4,11} [9].

Лабораторные животные, зараженные разными видами ПБА, подлежат раздельному содержанию. Для этого предусматривается использование систем индивидуально вентилируемых клеток и шкафов для содержания инфицированных животных. Система представляет собой установку подготовки воздуха (с созданием разрежения или избыточного давления воздуха, который на входе и выходе очищается префильтрами и НЕРА фильтрами Н13 или Н14) и стеллаж с клетками для содержания экспериментальных животных различных размеров, в зависимости от вида биомодели.

Экспериментальные животные, содержащиеся в вентилируемых клетках, изолированы друг от

⁷ Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»: постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 3 от 28 января 2021 г.

⁸ Об утверждении «Ветеринарных правил перемещения, хранения, переработки и утилизации биологических отходов»: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 626.

⁹ Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации / В. Уайт. Москва: Клинрум, 2002. 304 с.

¹⁰ Основы техники безопасности в микробиологических и вирусологических лабораториях / С.Г. Дроздов, Н.С. Гарин, Л.С. Джиндоян, В.М. Тарасенко. Москва: Медицина, 1987. 256 с.

¹¹ Свод правил 336.1325800.2017 Системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила эксплуатации. Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15 сентября 2017 г. № 1222/пр.

друга, перекрестное заражение различными инфекциями невозможно. Минимизированы риски заражения персонала вивария [15, 16].

Огромную роль в работе с инфицированными биомоделями с целью предотвращения возможности заражения персонала воздушно-капельным путем и перекрестной контаминации воздуха рабочего помещения и окружающей среды, поддержания надлежащего гигиенического баланса при проведении работ с ПБА I–IV групп, кроме системы вентиляции, систем индивидуально вентилируемых клеток и шкафов для содержания инфицированных животных, играют боксы микробиологической безопасности (БМБ) II, III классов и ламинарные станции для ухода за животными и чистки клеток^{4,5} [12–13, 16–19, 21, 22].

БМБ комплектуются фильтрами HEPA, что создает дополнительную защиту от вредных выбросов в помещения вивария и окружающую среду (удержание и контроль удаления из рабочей зоны) ПБА⁴ [14, 17–22]. БМБ располагаются вне потоков воздуха от входных дверей и вентиляционных систем.

Для проведения качественного обеззараживания воздуха все помещения «заразной» зоны вивария оборудуются бактерицидными облучателями для обеззараживания воздуха и поверхностей^{4,12}.

Во избежание аварийных ситуаций при работе с инфицированными животными, проникновения грызунов извне входные двери в помещениях для работы с инфицированными животными оборудуются высокими порогами и делаются герметичными⁴.

С учетом вышеизложенного, действующая нормативно-методическая документация определяет необходимые требования к использованию инженерно-технических средств обеспечения биологической безопасности, в том числе и к применению боксирующих устройств^{10,13} [13, 14, 16–22].

Выводы. Таким образом, проведенный анализ действующей нормативно-методической и законодательной базы, регулирующей технические и проектные особенности специализированных лабораторий для работы с инфицированными биомоделями, позволяет утверждать, что соблюдение соответствующих правил дает возможность осуществлять эффективную деятельность специализированным лабораториям, безопасную как для здоровья людей, так и для окружающей среды, с максимальным уменьшением биорисков.

Список литературы

1. Доброхотский О.Н. Оценка и управление биологическими рисками при работе с патогенными биологическими агентами (Современное состояние вопроса в России) // Биозащита и биобезопасность. 2010. Т. 2. № 3. С. 18–22.
2. Доброхотский О.Н., Дятлов И.А. Особенности анализа риска здоровью при работе с патогенными биологическими агентами // Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 24–29.
3. Коломбет Л.В., Дядишев Н.Р., Доброхотский О.Н., Зиновьев Г.А. Обеспечение биологической безопасности при работе с патогенными биологическими агентами на основе системного подхода по управлению биорисками // Медицина экстремальных ситуаций. 2011. № 3 (37). С. 111–118.
4. Малюкова Т.А., Бойко А.В., Панин Ю.А., Бессмертный В.Е., Кутырев В.В. Вероятность реализации биорисков при проведении работ с ПБА I–II группы // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2016. Т. 21. № 3. С. 136–145. doi: 10.18821/1560-9529-2016-21-3-136-145
5. Ляпин М.Н. К технологиям оценки опасности при работе с патогенными биологическими агентами // Инфекция и иммунитет. 2017. Т. 7. № 5. С. 1059.
6. Тюрин Е.А., Храмов М.В., Дятлов И.А. Анализ выполнения требований по обеспечению биологической безопасности на потенциально опасном объекте // Проблемы особо опасных инфекций. 2018. № 2. С. 95–100. doi: 10.21055/0370-1069-2018-2-95-100
7. Гушин В.А., Мануйлов В.А., Макаров В.В., Ткачук А.П. Надлежащая организация системы биобезопасности как средство снижения уязвимости общества, экономики и государства перед биогенными угрозами // Вестник РГМУ. 2018. № 4. С. 5–21. doi: 10.24075/vrgmu.2018.054
8. Ефременко Д.В. Биологическая безопасность массовых мероприятий: особенности лабораторной диагностики // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2018. № 1. С. 45–52. doi: 10.36233/0372-9311-2018-1-45-52
9. Ефременко Д.В., Василенко Н.Ф., Ефременко В.И. Биологическая безопасность массовых мероприятий: оценка внешней эпидемиологической угрозы // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2019. № 2. С. 76–82. doi: 10.36233/0372-9311-2019-2-76-82
10. Удовиченко С.К., Топорков В.П. Об эпидемиологических рисках, составляющих их категориях и предикторах при возникновении чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического (биологического) характера // Анализ риска здоровью. 2020. № 1. С. 83–91. doi: 10.21668/health.risk/2020.1.09
11. Boles KS, Kannan K, Gill J, et al. Digital-to-biological converter for on-demand production of biologics. *Nat Biotechnol.* 2017;35(7):672–675. doi: 10.1038/nbt.3859
12. Чернов А.Н. Современные требования при работе с патогенными биологическими агентами в ветеринарных лабораториях Российской Федерации // Ветеринарный врач. 2016. № 2. С. 3–8.
13. Чернов А.Н., Мифтахов Н.Р. Современные требования при работе с патогенными биологическими агентами в ветеринарных лабораториях Российской Федерации // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 452–454.
14. Шишкина О.Б., Тюрин Е.А. Воздушные барьерные инженерные системы биологической безопасности для охраны окружающей среды. Медицина труда и экология человека. 2015. № 3. 233–240.
15. Тращенко Д., Ковалева М. Индивидуально вентилируемые клетки – лишние финансовые вложения или оптимальная защита персонала и лабораторных животных? // Международный вестник ветеринарии. 2014. № 1. С. 100–103.
16. Чекан Л.В., Тюрин Е.А. Шкафы биобезопасности – надежное средство профилактики внутрилабораторных заражений при работе с возбудителями ООИ. // В кн.: Диагностика, лечение и профилактика опасных и особо опасных инфекционных заболеваний. Биотехнология: Матер. Всерос. конф.,

¹² Р 3.5.1904–04 «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях». Утверждено и введено в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации 04 марта 2004 г.

¹³ Ставский Е.А. Совершенствование системы обеспечения безопасности с вирусами I–II групп патогенности: дисс. соиск. д-ра мед. наук. Кольцово, 2008. С. 495.

- посв. 80-летию со дня основания ФГУ «48 ЦНИИ Минобороны России». Киров, 2008. С. 426–428.
17. Тюрин Е.А., Шишкина О.Б. К вопросу использования боксирующих устройств для работ с ПБА I–II групп патогенности в ФГУП ГЕЦЕМ // В кн.: Противочумные учреждения России и их роль в обеспечении эпидемиологического благополучия населения страны: Матер. конф., посв. 70-летию Противочум. центра. М., 2004. С. 275–278.
 18. Тюрин Е.А., Иванов С.А., Маринин Л.И., Дятлов И.А., Ляпин М.Н. Боксирующие устройства, используемые при проведении работ с ПБА I–II групп патогенности // Проблемы особо опасных инфекций. 2010. № 4 (106). С. 23–27.
 19. Health Canada. *The Laboratory Biosafety Guidelines*. 3rd ed. Canada; 2004. Accessed December 7, 2021. <http://ivdc.chinacdc.cn/sysgl/swaq/jszl/201203/P020120323391888995991.pdf>
 20. Colf LA. Preparing for nontraditional biothreats. *Health Secur.* 2016;14(1):7–12. doi: 10.1089/hs.2015.0045
 21. Германчук В.Г., Морозов К.М., Семакова А.П., Шавина Н.Ю. Обеспечение биологической безопасности в лаборатории для работы с зараженными животными // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 12 (285). С. 44–48.
 22. Pastorino B, de Lamballerie X, Charrel R. Biosafety and biosecurity in European Containment Level 3 Laboratories: Focus on French recent progress and essential requirements. *Front Public Health.* 2017;5:121. doi: 10.3389/fpubh.2017.00121
- ### References
1. Dobrokhotsky ON. [Biological risk assessment and management when handling pathogenic biological agents.] *Biozashchita i Biobezopasnost'.* 2010;2(3):18–22. (In Russ.)
 2. Dobrokhotskiy ON, Dyatlov IA. The characteristics of health risk analysis when working with pathogenic biological agents. *Health Risk Analysis.* 2013;1(1):24–29. (In Russ.)
 3. Kolombet LV, Dyadishchev NR, Dobrokhotsky ON, Zynoviev GA. Biosafety assurance in laboratories handling pathogenic biological agents based on system approach to biorisk management. *Meditcina Ekstremal'nykh Situatsiy.* 2011;(3(37)):111–118. (In Russ.)
 4. Malyukova TA, Boyko AV, Panin YuA, Bezsmertnyy VE, Kutyrev VV. Probability of biorisk occurrence attached to the performance of work with pathogenic biological agents of the I–II groups of hazard. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni.* 2016;21(3):136–145. (In Russ.) doi: 10.18821/1560-9529-2016-21-3-136-145
 5. Lyapin MN. [On techniques of assessing hazard when handling pathogenic biological agents.] *Infektsiya i Immunitet.* 2017;(S):1059. (In Russ.)
 6. Tyurin EA, Khramov MV, Dyatlov IA. Analysis of implementation of the requirements for provision of biological safety at a potentially hazardous facility. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2018;(2):95–100. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2018-2-95-100
 7. Gushchin VA, Manuilov VA, Makarov VV, Tkachuk AP. The proper structure of a biosafety system as a way of reducing the vulnerability of a society, economy or state in the face of a biogenic threat. *Vestnik RGMU.* 2018;(4):5–18. (In Russ.) doi: 10.24075/vrgmu.2018.054
 8. Efremenko DV. Biological safety of public events: features of laboratory diagnostics. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2018;(1):45–52. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2018-1-45-52
 9. Efremenko DV, Vasilenko NF, Efremenko VI. Biological safety of public events: assessment of external epidemiological threat. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii.* 2019;(2):76–82. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-2019-2-76-82
 10. Udovichenko SK, Toporkov VP. On epidemiologic risks, their categories and predictors in sanitary-epidemiologic (biological) emergency situations. *Health Risk Analysis.* 2020;(1):83–91. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2020.1.09.eng
 11. Boles KS, Kannan K, Gill J, et al. Digital-to-biological converter for on-demand production of biologics. *Nat Biotechnol.* 2017;35(7):672–675. doi: 10.1038/nbt.3859
 12. Chernov AN. Current requirements for handling pathogenic biological agents in veterinary laboratories of the Russian Federation. *Veterinarnyy Vrach.* 2016;(2):3–8. (In Russ.)
 13. Chernov AN, Miftakhov NR. [Current requirements for handling pathogenic biological agents in veterinary laboratories of the Russian Federation.] *Aktual'nye Voprosy Sovershenstvovaniya Tekhnologii Proizvodstva i Pererabotki Produktov Sel'skogo Khozyaystva.* 2019;(21):452–454. (In Russ.)
 14. Shishkina OB, Tyurin EA. Air barrier distribution boards of biosafety to protect the environment. *Meditcina Truda i Ekologiya Cheloveka.* 2015;(3):233–240. (In Russ.)
 15. Trashchenko D, Kovaleva M. Individual cells ventilated extra investments or optimal protection of personnel and laboratory animals? *Mezhdunarodnyy Vestnik Veterinari.* 2014;(1):100–103. (In Russ.)
 16. Chekan LV, Tyurin EA. [Biosafety cabinets are a reliable tool for preventing laboratory-acquired infections when working with pathogens of highly hazardous communicable diseases.] *In: Diagnosis, Treatment and Prevention of Hazardous and Highly Hazardous Communicable Diseases. Biotechnology: Proceedings of the All-Russian Conference dedicated to the 80th anniversary of the 48th Central Research Institute of the Russian Ministry of Defense.* Kirov; 2008:426–428. (In Russ.)
 17. Tyurin EA, Shishkina OB. [On the use of biosafety cabinets when handling biological agents of pathogenicity groups I and II in FSUE GETSEM.] *In: Plague Control Institutions in Russia and Their Role in Ensuring Epidemiological Safety of the Population: Proceedings of the All-Russian Conference Dedicated to the 70th Anniversary of the Plague Control Center.* Moscow; 2004:275–278. (In Russ.)
 18. Tiurin EA, Ivanov SA, Marinin LI, Dyatlov IA, Lyapin MN. Biosafety cabinets used in the work with biological agents of I–II pathogenicity groups. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsiy.* 2010;(4(106)):23–27. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2010-4(106)-23-27
 19. Health Canada. *The Laboratory Biosafety Guidelines*. 3rd ed. Canada; 2004. Accessed December 7, 2021. <http://ivdc.chinacdc.cn/sysgl/swaq/jszl/201203/P020120323391888995991.pdf>
 20. Colf LA. Preparing for nontraditional biothreats. *Health Secur.* 2016;14(1):7–12. doi: 10.1089/hs.2015.0045
 21. Germanchuk VG, Morozov KM, Semakova AP, Shavina NYu. Ensuring biological safety in laboratory for work with the infected animals. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2016;(12(285)):44–48. (In Russ.)
 22. Pastorino B, de Lamballerie X, Charrel R. Biosafety and biosecurity in European Containment Level 3 Laboratories: Focus on French recent progress and essential requirements. *Front Public Health.* 2017;5:121. doi: 10.3389/fpubh.2017.00121

