

ISSN 2658-6649

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

www.discover-journal.ru



Volume 13, Number 4
2021

ISSN 2658-6649 (print)
ISSN 2658-6657 (online)

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

Volume 13, Number 4
2021

Главный редактор:

Дентовская С.В. – доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией микробиологии чумы (Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, пос. Оболенск, Серпуховский р-н, Московская обл., Российская Федерация)

Заместители главного редактора:

Медведев Л.Н. – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биофизики Института фундаментальной биологии и биотехнологии (ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Оказова З.П. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности (ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», Грозный, Российская Федерация)

Москаленко О.Л. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Красноярск 2021

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture

Научно-практический рецензируемый журнал
Peer-reviewed scientific-practical journal

Периодичность. 6 номеров в год / Periodicity. 6 issues per year

Том 13, № 4, 2021

<p>Учредитель и издатель: ООО Научно-инновационный центр</p> <p>Журнал основан в 2008 году Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство регистрации ПИ № ФС 77 - 71726 от 30.11.2017 г.</p> <p>Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Перечень ВАК)</p> <p>Индексирование и реферирование: Scopus РИНЦ Ulrich's Periodicals Directory Cyberleninka Google Scholar ВИНИТИ РАН DOAJ BASE EBSCO WorldCat OpenAIRE ЭБС IPRbooks ЭБС Znanium ЭБС Лань</p> <p>Адрес редакции, издателя и для корреспонденции: 660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192 E-mail: editor@discover-journal.ru http://discover-journal.ru/</p> <p>Подписной индекс в каталоге Почты России «Подписные издания» – ПИ900</p>	<p>Founder and publisher: Science and Innovation Center Publishing House</p> <p>Founded 2008 Mass media registration certificate PI № FS 77 - 71726, issued November 30, 2017.</p> <p>Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and editions, approved by the State Commission for Academic Degrees and Titles (the VAK) of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation</p> <p>Indexing and Abstracting: Scopus RSCI Ulrich's Periodicals Directory Cyberleninka Google Scholar VINITI Database RAS DOAJ BASE EBSCO WorldCat OpenAIRE IPRbooks Znanium Lan'</p> <p>Editorial Board Office: 9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation E-mail: editor@discover-journal.ru http://discover-journal.ru/</p> <p>Subscription index in the 'The Russian Post' General catalog – PI900</p>
---	---

Свободная цена

© Научно-инновационный центр, 2021

Члены редакционной коллегии

Анисимов Андрей Павлович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе (Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, пос. Оболенск, Серпуховский р-н, Московская обл., Российская Федерация)

Балакирев Николай Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, профессор, проректор по науке и инновациям, зав. кафедрой мелкого животноводства (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», Москва, Российская Федерация)

Батырбекова Светлана Есимбековна, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

Буко Вячеслав Ульянович, доктор биологических наук, профессор, зав. отделом биохимической фармакологии (Институт биохимии биологически активных соединений АН Беларуси, Гродно, Республика Беларусь)

Глотов Александр Гаврилович, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией биотехнологии, главный научный сотрудник (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, пос. Краснообск, Российская Федерация)

Казакова Алия Сабировна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой агробиотехнологии (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, Зерноград, Российская Федерация)

Козлов Василий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация)

Лесовская Марина Игоревна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экономики и агробизнеса (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Лисняк Анатолий Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией лесного почвоведения

УкрНИИЛХА; доцент кафедры экологии и неозологии ХНУ (Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого (УкрНИИЛХА); Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина (ХНУ), Харьков, Украина)

Манчук Валерий Тимофеевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, научный руководитель института (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Мойсеёнок Андрей Георгиевич, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий Отделом витаминологии и нутрицевтики ГП "Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси" (Гродно), главный научный сотрудник Отдела питания НПЦ НАН Беларуси по продовольствию (Минск) (Национальная академия наук Беларуси, Республика Беларусь)

Музурова Людмила Владимировна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии человека (Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская Федерация)

Науанова Айнаш Пахуашовна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник (Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан)

Никитюк Дмитрий Борисович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, Российская Федерация)

Пуликов Анатолий Степанович, доктор медицинских наук, профессор, отличник здравоохранения РФ, главный научный сотрудник группы функциональной морфологии клинического отделения патологии пищеварительной системы у взрослых и детей (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Полунина Наталья Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующая кафедрой общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация)

Поползухина Нина Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, природопользования и биологический работник сферы образования Российской Федерации, Почетный работник сферы образования Российской Федерации (ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина, Омск, Российская Федерация)

Рапопорт Жан Жозефович, доктор медицинских наук, профессор, отличник здравоохранения СССР, заслуженный изобретатель СССР, почетный профессор НИИ МПС; консультант (Больничная касса "Леумит", Хайфа, Израиль)

Рахимов Александр Имануилович, доктор химических наук, профессор, профессор по кафедре «Органическая химия» (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация)

Рахимова Надежда Александровна, доктор химических наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация)

Родин Игорь Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»), Краснодар, Российская Федерация)

Рожко Татьяна Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры медицинской и биологической физики (Красноярский государственный медицинский университет им. В.Ф. Войно-Ясенецкого Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, Российская Федерация)

Сетков Николай Александрович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, международный научный центр исследования экстремальных состояний организма, профессор кафедры биофизики Института фундаментальной биологии и биотехнологии (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация)

Смелик Виктор Александрович, доктор технических наук, профессор, директор научно-исследовательского института управления технологическими системами в АПК, заведующий кафедрой «Технические системы в агробизнесе» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет), Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Смирнова Ольга Валентиновна, доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией клинической патофизиологии НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН; профессор кафедры медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ; профессор кафедры внутренних болезней Медико-психолого-со-

циального института ХГУ (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Хакасский государственный университет имени Н. Ф. Катанова, Красноярск, Российская Федерация)

Суханова Светлана Фаилевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», Курганская обл., Кетовский р-н, с. Лесниково, Российская Федерация)

Терещенко Сергей Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, руководитель клинического отделения соматического и психического здоровья детей (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Тирранен Ляля Степановна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, международный научный центр исследования экстремальных состояний организма (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Красноярск, Российская Федерация)

Тыщенко Елизавета Алексеевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Товароведения и управление качеством» (Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово, Российская Федерация)

Шелепов Виктор Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией «Разработка продуктов для функционального питания человека и животных (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, Российская Федерация)

Шнайдер Наталья Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор, в.н.с. отделения персонализированной психиатрии и неврологии (Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Editorial Board Members

Andrey Anisimov, Doctor of Medicine, Professor, Deputy Director for Science (Federal Service for Supervision in the Sphere of Customers Rights and Human Well-Being Federal State Institution of Science State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk, Moscow Region, Russian Federation)

Nikolai Balakirev, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Pro-Rector for Science and Innovation, Head of the Department of Small Animal Husbandry (Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation)

Svetlana Batyrbekova, Doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

Vyacheslav Buko, Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Biochemical Pharmacology (Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the Academy of Sciences of Belarus, Grodno, Belarus)

Alexander Glotov, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Biotechnology, Chief Scientific Officer (Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation)

Aliya Kazakova, Doctor of Biology, Professor, Head of Department of Agrobiotechnology (Azov-Black Sea State Agroengineering Academy, Zernograd, Russian Federation)

Vasilij Kozlov, Candidate of Medicine (Ph.D.), Associate Professor, Assistant Professor of Public Health and Health Care (I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation)

Marina Lesovskaya, Doctor of Biology, Professor, Professor of the Department 'Economics and Agribusiness' (Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Anatoly Lisnyak, Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Forest Soil Science; Associate Professor of the Department of Ecology and Neoeology (Ukrainian Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, Kharkiv National University of V.N. Karazin, Kharkiv, Ukraine)

Valery Manchuk, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of RAS, Scientific Director of the Institute (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center») of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Andrei Moiseenok, Doctor of Biology, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Head of the Department of Vitaminology and Nutraceutical Technologies of the State Enterprise "Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences of Belarus" (Grodno), Chief Researcher of the Nutrition Department of the National Center for Food of Belarus (Minsk) (The National Academy of Sciences of Belarus, Belarus)

Lyudmila Muzurova, Doctor of Medicine, Professor, Professor of the Department of Human Anatomy (Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation)

Aynash Nauanova, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher (S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Republic of Kazakhstan)

Dmitry Nikitjuk, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of RAS, Director (Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation)

Anatoly Pulikov, Doctor of Medicine, Professor, chief researcher group of the functional morphology of the clinical department of pathology of the digestive system in children and adults (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Natalya Polunina, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Public Health and Health Economics of the Russian Federation (Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation)

Nina Popolzukhina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Ecology, Nature Management and Biology, Honorary Worker of Education of the Russian Federation, Honorary Worker of Education of the Russian Federation (Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation)

Jan Rapoport, Doctor of Medicine, Professor, Honored Worker of the USSR Public Health, Honored Inventor of the USSR, Honorary Professor of the Research Institute of the Ministry of Railways; Consultant (Health Insurance Fund "Leumit", Haifa, Israel)

Aleksandr Rakhimov, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organic Chemistry (Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation)

Nadezhda Rakhimova, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation)

Igor Rodin, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Anatomy, Veterinary Obstetrics and Surgery (Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation)

Tatiana Rozhko, Candidate of Biology (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics (Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Nikolay Setkov, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher, International Research Center Study of Extreme States of the Body, Professor of the Department of Biophysics, Institute of Basic Biology and Biotechnology (Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Viktor Smelik, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Research Institute of Management of Technological Systems in the Agroindustrial Complex, Head of the Department "Technical Systems in Agribusiness" (St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Russian Federation)

Olga Smirnova, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Laboratory of Clinical Pathophysiology; Professor of the Department of Medical Biology of the Institute of Fundamental Biology and Biotechnology; Professor of the Department of Internal Medicine of the Medical-Psychological-Social Institute (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Siberian Federal University; Khakass State University named after N.F. Katanov, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Svetlana Sukhanova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-Rector (Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev, Kurgan region, Ketovsky district, Leshnikovo village, Russian Federation)

Sergey Tereshchenko, Doctor of Medicine, Professor, Head of the Clinical Department of Physical and Mental Health of Children (Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Lyalya Tirranen, Doctor of Biology, Leading Researcher, International Research Center Study of Extreme States of the Body (Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation)

Elizaveta Tyshchenko, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Commodity and quality management (Kemerovo Institute of Food Science and Technology, Kemerovo, Russian Federation)

Viktor Shelepov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory "Development of Products

for Functional Nutrition of Humans and Animals" (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation)

Natalya Shnaider, Doctor of Medicine, Professor, Leading Researcher, Department of Personalized Psychiatry and Neurology (V.M. Bekhterev National Research Medical Centre for Psychiatry and Neurology, St. Petersburg, Russian Federation)

КАРДИОЛОГИЯ. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

CARDIOLOGY AND CARDIOVASCULAR MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-11-23

UDC 612.143: 616.12-008.331.1-008.3-073.96: 616.441-008.64: 616.72-002.77

AGE-RELATED FEATURES OF THE CARDIAC OUTPUT IN BASIC POSE CONDITIONS (STANDING/LYING)

L.R. Dilenyan, I.V. Bocharin, A.V. Zaripova, A.K. Martusevich

The aim of the work was to show the dynamics of cardiac output (CO) in standing and lying positions in postnatal ontogenesis.

Material and methods. The data were obtained on the basis of an observational study in 1944 people (1308 men and 636 women). The following age groups were: up to 8 years ($n=55$), 9-14 years ($n=68$), 15-21 years ($n=226$), 22-35 years ($n=326$), 36-55 years for women and 36-60 years for men ($n=658$), up to 70 years ($n=413$) and over 70 years ($n=198$). The study was performed standing up and after 15-20 minutes in the supine position on the complex of the expert diagnostic system "ANTHROPOS-CAVASCREEN" based on rheography.

Results. Our data justify the identification of the type of dynamic organization of blood circulation in humans by the anthropo-physiological ratio of CO in standing/lying positions. The transition to a hyperkinetic state in orthostatics is a manifestation of adaptation to the gravitational (hydrostatic) factor of blood circulation to ensure the circulatory state of the cardiovascular system in the most constant and relevant for human life conditions of upright walking. The obvious direction of such adaptation is the centralization of blood circulation in the standing position and the formation of a hyperkinetic state of the pumping function of

the heart. This orientation reflects the strained state of the cardiovascular system in the anti-gravity support mode, which not only limits the functional reserve for cardiac output in the standing position, but also clearly associated with the growth of both problematic circulatory conditions and nosological states formed on this basis.

Keywords: *age; cardiac output; heart mass; pose conditions; standing; lying*

For citation. *Dilenyan L.R., Bocharin I.V., Zaripova A.V., Martusevich A.K. Age-related features of the cardiac output in basic pose conditions (standing/lying). Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 11-23. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-11-23*

ВОЗРАСТ-ЗАВИСИМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА В ОСНОВНЫХ ПОЗНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Л.Р. Диленян, И.В. Бочарин, А.В. Зарипова, А.К. Мартусевич

Целью работы была оценка динамики сердечного выброса (СВ) в положении стоя и лежа в постнатальном онтогенезе.

Материал и методы. Данные были получены на основе наблюдательного исследования 1944 человек (1308 мужчин и 636 женщин). Выделяли следующие возрастные группы: до 8 лет ($n=55$), 9-14 лет ($n=68$), 15-21 год ($n=226$), 22-35 лет ($n=326$), 36-55 лет для женщин и 36-60 лет для мужчин ($n=658$), до 70 лет ($n=413$) и старше 70 лет ($n=198$). Исследование проводили стоя и через 15-20 минут в положении лежа на спине на комплексе экспертной диагностической системы "ANTHROPOS-CAVASCREEN" на основе реографии.

Результаты. Наши данные обосновывают идентификацию типа динамической организации кровообращения у человека по антропофизиологическому соотношению СВ в положении стоя/лежа. Переход в гиперкинетическое состояние в ортостатике является проявлением адаптации к гравитационному (гидростатическому) фактору кровообращения для обеспечения циркуляторного состояния сердечно-сосудистой системы в наиболее постоянных и актуальных для жизни человека условиях прямохождения. Очевидным направлением такой адаптации является централизация кровообращения в положении стоя и формирование гиперкинетического состояния насосной функции сердца. Такая ориентация отражает напря-

женное состояние сердечно-сосудистой системы в режиме антигравитационной поддержки, что не только ограничивает функциональный резерв сердечного выброса в положении стоя, но и явно связано с ростом как проблемных состояний кровообращения, так и нозологических состояний, сформированных на этой основе.

Ключевые слова: *возраст; масса сердца; поздние условия; положение стоя; положение лежа*

Для цитирования. *Диленя Л.Р., Зарипова А.В., Бочарин И.В., Мартусевич А.К. Возраст-зависимые характеристики сердечного выброса в основных поздних состояниях // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 11-23. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-11-23*

Introduction

Interaction with the Earth's gravity is a permanent factor of the external environment [1-3], which has a systemic gravitational effect on blood circulation [2-5]. It manifests itself in the characteristic human stage adaptation to the conditions of upright walking throughout postnatal ontogenesis [1, 4, 6, 7].

In clinical practice, as a rule, diagnostic studies of cardiac output (CO) are performed in the supine position [8, 9], that is, in conditions of minimal manifestation of the gravitational influence on blood circulation, which affects the reference values of the studied indicators [1, 3]. At the same time, there are practically no standards and diagnostic approaches that take into account the typical human daily rhythm of natural body positions [2, 3, 5]. Given the fact that the CO indicators in the standing position in postnatal ontogenesis are not sufficiently represented in the literature, this was the basis of this work [3, 5, 8].

That is why the aim of this study was to show the dynamics of CO in standing and lying positions in post-natal ontogenesis.

Material and research methods

The data were obtained on the basis of an observational study in 1944 people (1308 men and 636 women). The only limiting condition for forming such a sample was the exclusion of patients with acute conditions or exacerbation of chronic diseases from its composition. The samples were formed in accordance with our proposed classification of stages of ontogenetic adaptation to Earth's gravity in the process of formation and life activity in typical human conditions of upright walking. The following age groups were identified (in total for men and women) [10, 11]: up to 8 years (n=55), 9-14 years (n=68), 15-21 years

(n=226), 22-35 years (n=326), 36-55 years for women and 36-60 years for men (n=658), up to 70 years (n=413) and over 70 years (n=198).

The study was performed standing up and after 15-20 minutes (outside of the transition States of hemodynamics) in the supine position on the hardware and software complex of the expert diagnostic system “ANTHROPOS-CAVAS-CREEN” based on rheography [1, 8, 12].

The study was approved by Local Ethic Committee of Privolzhsky Research Medical University (2018).

The results were processed using the Statistica 6.0 program. The normality of the distribution of parameter values was evaluated using the Shapiro-Wilk criterion. Taking into account the nature of the attribute distribution, the Kraskal-Wallace H-test was used to assess the statistical significance of differences. Data was presented in the format $M \pm m$. The differences were considered significant at a significance level of $p < 0.05$. We calculated the true level of statistical significance of differences in the average values of indicators.

Results and Discussion

Load voltage anti-gravity nature of cardiovascular system in the process of the growth formation of bipedalism defines the need for structural and functional capacity of the heart and circulatory system for the implementation of the basic ontogenetic adaptation to planetary gravity man as upright beings [4, 7, 8]. The dynamics of heart growth is compared with the stages of adaptation to Earth's gravity and shows the process of becoming a structural transformation link (Fig. 1, above).

The highest rate of increase in heart mass is observed at the time of the child's transition to independent standing (stage 1). This speed remains high during stages 2 and 3. After the completion of the formation of erectness (stage 3), the increase in heart mass decreases slightly, but in the puberty period it increases again. The marked phase character can be traced by the age dynamics of the rate of change in the specific mass of the heart (Fig. 1, below), showing the stage features of the relationship between the formation of erectness and the structural development of the heart proper.

In general, the dynamics of increasing heart mass reflects the body's adaptive request to the circulatory system, which is clearly addressed, first of all, to certain age dates of becoming upright. Much less pronounced such a request is implemented on 5, reflecting, in contrast to the growth process at the initial stages, the manifestations of functional hypertrophy of the heart.

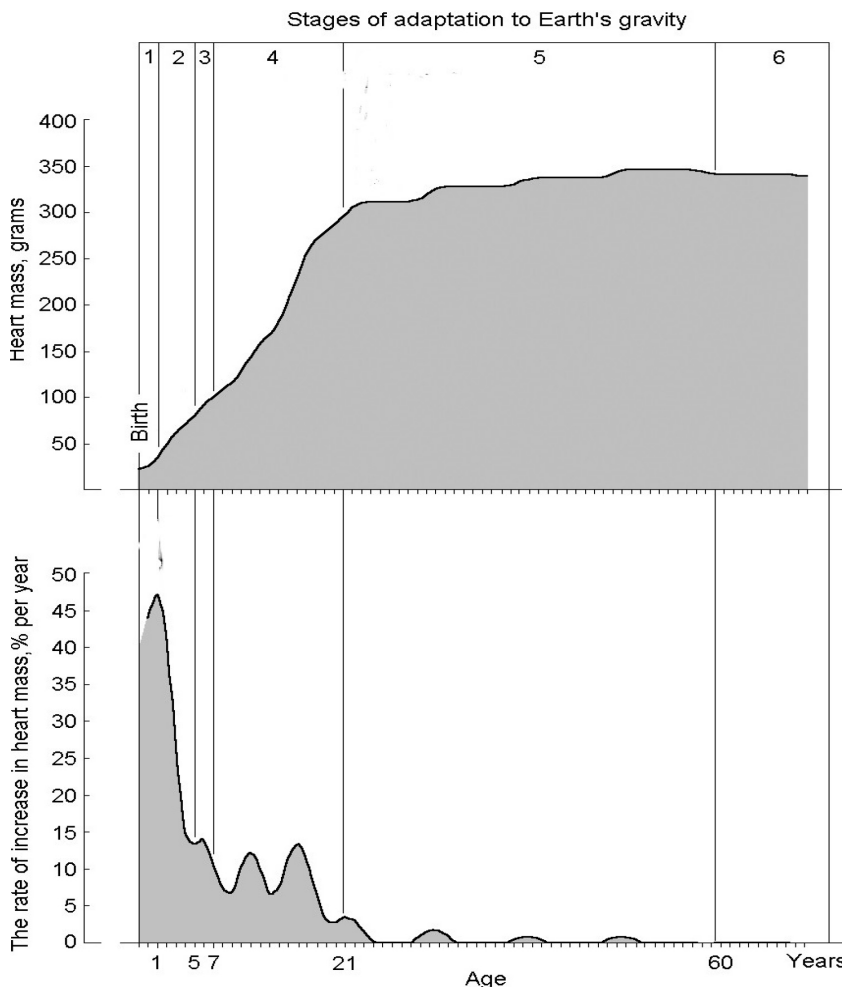


Fig. 1. The growth of the heart in accordance with the stages of adaptation to earth's gravity in the process of ontogenetic formation of upright walking in humans. It is given according to Yu.A. Vlasov (1992) [7], combined with periodization according to our "anthropogenetic model"

According to the structural formation of the heart, its functional capabilities are also formed. The increase in heart mass is accompanied by an increase in the minute volume of the heart (Fig. 2, top).

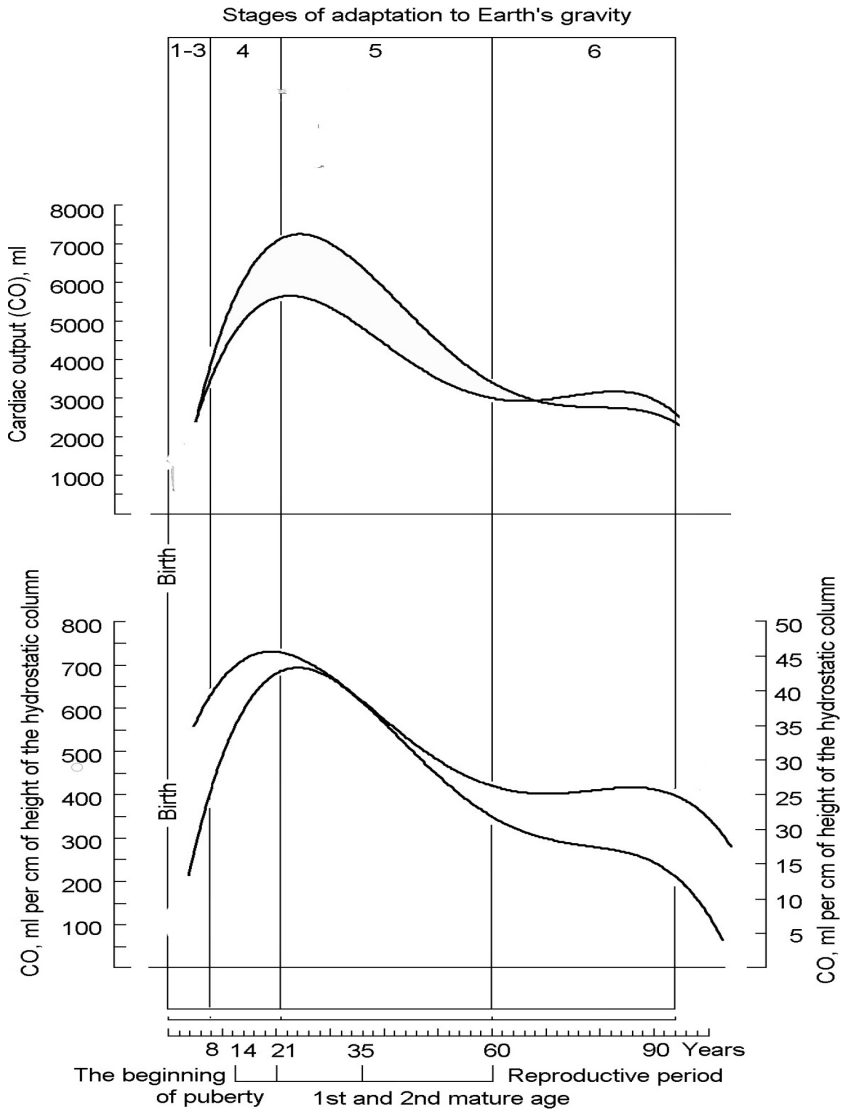


Fig. 2. Ontogenetic dynamics of cardiac output (CO) combined with the stages of adaptation to earth's gravity in the process of becoming upright in humans. It is given according to Yu.A. Vlasov (1992) [7] combined with periodization according to our "anthropogenetic model"

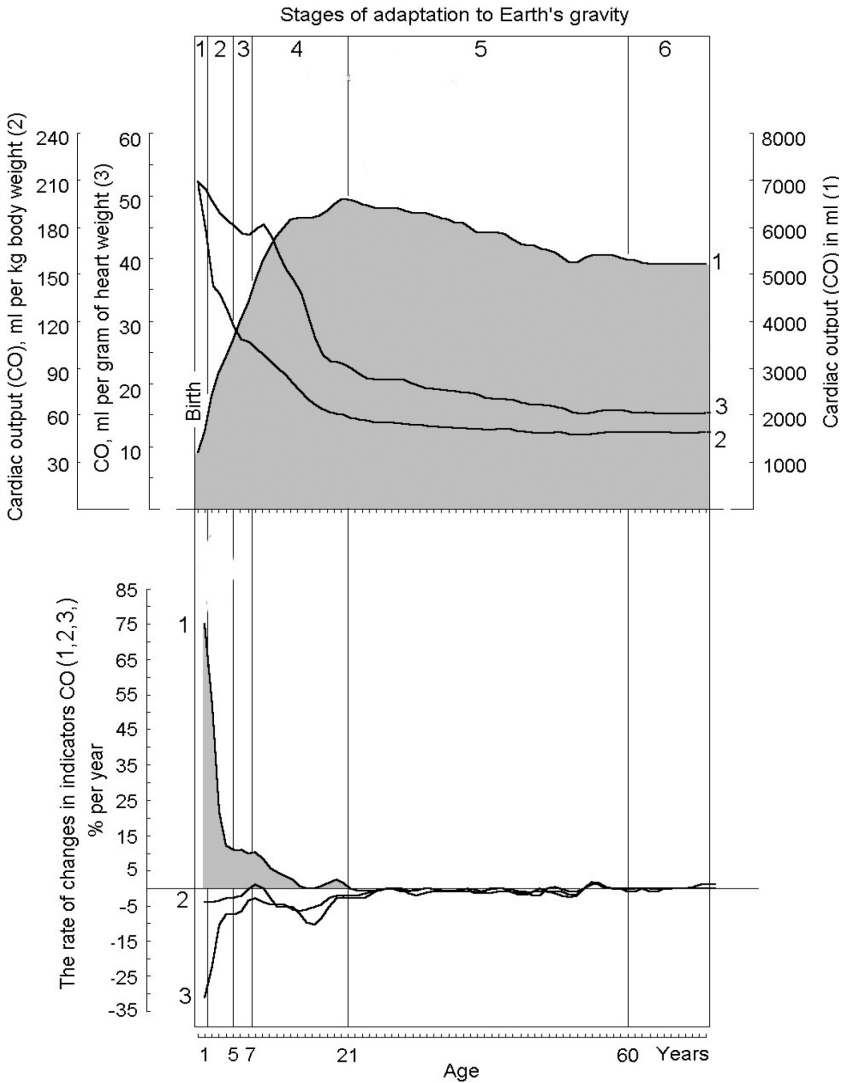


Fig. 3. Anthropophysiological characteristics of age-related dynamics of cardiac output (high picture) и “hydrostatic index” of cardiac output at human in lying positions (CO / 10 sm) and standing (CO / 70% of growth) in accordance with the stages of adaptation to earth’s gravity in the process of becoming upright. Body position indicates by arrows

Moreover, the highest rate of its growth is at the 1, 2 and 3 stages of the formation of the erect walk (Fig. 2). In contrast to changes in heart mass, the rate of increase in CO will decrease. Little changes in puberty and other age periods. The lag in increasing the CO in comparison with the body weight and, especially, with the heart weight is reflected in the decrease in the corresponding specific indicators – CO per kg of body weight and CO per gram of heart weight. For these indicators, the most pronounced changes are as for their overall level (Fig. 3, above), and by the rate of change (Fig. 2, at the bottom) are marked at the main stages of the formation of erect walking.

It should be noted that not even the majority, but almost all the data in the literature, including those used [7], for the above characteristics of the age dynamics of the CO, were obtained by traditional measurement of cardiac output in the supine position. And even with this restriction, the most expressive age-related CO are combined with the main stages of the formation of erectness and the corresponding manifestations of adaptation of the cardiovascular system to the gravitational factor of blood circulation. Given that for a person, the most relevant conditions of life are certain forms of upright walking, it is necessary to characterize the age dynamics of the state of the cardiovascular system, including the cardiac output, and the conditions of the vertical position of the body.

In accordance with the anthropophysiological approach, a general analysis of the age-related dynamics of cardiac output was carried out (men and women in total) when determining the CO by standing and lying position. Figure 3 shows data on the age dynamics of the direct value of the CO (top) and indexed (bottom) by body weight-the systolic index (SI).

When comparing the dynamics of absolute values of CO (in ml) according to their own data in the supine position (Fig. 3) and according to the literature [8, 9], which are also obtained in the supine position (Fig. 2), there is a practical coincidence of the maximum increase in cardiac output at the time of completion of growth (by 21 years). The entire subsequent dynamics of the progressive decline in CO values was essentially similar. Especially clearly age-related decrease in cardiac output in the supine position is determined by the systolic index (SI, ml / kg).

A noticeably steeper decrease in the CO level according to our data is due to the fact that the available data [8, 9] were obtained from samples of practically healthy people. We used an observational, clinically unrefined sample that included chronic diseases in remission. And it is quite natural that since the accumulation of such persons in older age samples, the corresponding depression of the pumping function of the heart was more pronounced. Whereas age samples at the definitive stage of postnatal ontogenesis were more homo-

geneous and less nosologically burdened in their composition, both according to our data and available data [2-5].

As for the CO values in the standing position, we also used our own data. In the first approximation, the nature of the dynamics of the CO and SI level curve in the standing position corresponds to that in the lying position. However, when comparing the curves, there are fundamental differences in the age dynamics of cardiac output standing and lying down. This can be seen by the gap between the curves at different stages of age dynamics and by the cross-section of the curves at post-productive age (over 60 years), which indicates the informative value of the anthropophysiological ratio for the CO (standing/lying) in the characteristic of the dynamic organization of blood circulation (Fig. 3). When comparing the curves of age-related dynamics of cardiac output, there are fundamental differences in the dynamics of CO in standing and lying positions. In figure 3 (above), we can be seen by the gap between the curves at different stages of age dynamics and by the cross-section of the curves in the post-productive age (over 60 years), which indicates the special informative significance of the anthropophysiological ratio for CO (standing/lying) in the typological characteristic of the dynamic organization of blood circulation [8]. The anthropophysiological correlation is even more pronounced when analyzing the age dynamics of the “hydrostatic index” of cardiac output (Fig. 3, at the bottom). The latter was calculated in relation to the IOC height of the hydrostatic column, which is conventionally accepted for the lying position in 10 cm, and standing-70% of the length of growth.

Conclusion

These data justify the identification of the type of dynamic organization of blood circulation in humans by the anthropophysiological ratio of CO in standing/lying positions [8, 10]. The transition to a hyperkinetic state in orthostatics, on the one hand, is a manifestation of adaptation to the gravitational (hydrostatic) factor of blood circulation to ensure the circulatory state of the cardiovascular system in the most constant and relevant for human life conditions of upright walking. The obvious direction of such adaptation is the centralization of blood circulation in the standing position and the formation of a hyperkinetic state of the pumping function of the heart. This orientation reflects the strained state of the cardiovascular system in the anti-gravity support mode, which not only limits the functional reserve for cardiac output in the standing position [10], but also clearly associated with the growth of both problematic circulatory conditions and nosological states formed on this basis.

References

1. Belkaniya G.S., Dilenyan L.R., Bagrii A.S. et al. Features of methodological support for anthropophysiological diagnostics of the state of the cardiovascular system. *Medical almanac*, 2013, no. 6, pp. 208-214.
2. Hoshide S., Kario K., Eguchi K. et al. Altered aortic properties in elderly orthostatic hypertension. *Hypertens. Res.*, 2005, vol. 28, no. 1, pp. 15-19. <https://doi.org/10.1291/hypres.28.15>
3. Kaneta M., Miyai N., Yamamoto M. et al. Arterial stiffness and autonomic nervous function on orthostatic blood pressure elevation in hypertensive patients. *J. Hypertens.*, 2015, vol. 33, suppl 1, e42.
4. Meng Q., Wang S., Wang Y. et al. Arterial stiffness is a potential mechanism and promising indicator of orthostatic hypotension in the general population. *Vasa*, 2014, vol. 43, no. 6, pp. 423-432. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000389>
5. Plash W., Diedrich A., Biaggioni I. et al. Diagnosing postural tachycardia syndrome: comparison of tilt testing compared with standing haemodynamics. *Clin. Sci. (Lond)*, 2013, vol. 124, no. 2, pp. 109-114. <https://doi.org/10.1042/CS20120276>
6. Chen L., Wu J. Systems biology for complex diseases. *Journal of Molecular Cell Biology*, 2012, no. 4, pp. 125-126. <https://doi.org/10.1093/jmcb/mjs022>
7. Vlasov Yu.A., Okuneva G.N. Blood circulation and gases exchange in human. Novosibirsk, Science; 1992. 319 p.
8. Belkaniya G.S., Dilenyan L.R., Bagrii A.S. et al. “Gravitational biology - anthropology” in the anthropogenetic justification of health and ill state. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, no. 4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13976>
9. Sawka M.N., Convertino V.A., Eichner E.R., Schnieder S.M. et al. Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses and trauma/sickness. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2000, vol. 32, pp. 332-348. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00012>
10. Aizman R.I., Lysova N.F. *Vozrastnaya fiziologiya i psikhofiziologiya* [Age physiology and psychophysiology]. Moscow: INFRA-M, 2014. 352 p.
11. Khukhlaeva O.V. *Psikhologiya razvitiya. Molodost', zrelost', starost'* [Developmental psychology. Youth, maturity, old age]. Moscow: Academy, 2006. 208 p.
12. Dilenyan L.R., Martusevich A.K., Bocharin I.V., Belkaniya G.S. Typological structure of hemodynamics in age scale. *Archiv Euromedica*, 2019, vol. 9, no. 2, pp. 65-67. http://journal-archiv euromedica.eu/archiv-euromedica-02-2019/archiv_euromedica_02_2019_maket_12_09_2019_READY_10.pdf

Список литературы

1. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Пухальская Л.Г., Коньков Д.Г. Особенности методического обеспечения антропофизиологической диагностики состояния сердечно-сосудистой системы // Медицинский альманах. 2013. № 6. С. 208-214.
2. Hoshide S., Kario K., Eguchi K. et al. Altered aortic properties in elderly orthostatic hypertension // Hypertens. Res. 2005. Vol. 28, № 1. P. 15-19. <https://doi.org/10.1291/hypres.28.15>
3. Kaneta M., Miyai N., Yamamoto M. et al. Arterial stiffness and autonomic nervous function on orthostatic blood pressure elevation in hypertensive patients // J. Hypertens. 2015. Vol. 33, suppl 1. e42.
4. Meng Q., Wang S., Wang Y. et al. Arterial stiffness is a potential mechanism and promising indicator of orthostatic hypotension in the general population // Vasa. 2014. vol. 43, N6. P. 423-432. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000389>
5. Plash W., Diedrich A., Biaggioni I. et al. Diagnosing postural tachycardia syndrome: comparison of tilt testing compared with standing haemodynamics // Clin. Sci. (Lond). 2013. Vol. 124, N2/ P. 109-114. <https://doi.org/10.1042/CS20120276>
6. Chen L., Wu J. Systems biology for complex diseases // Journal of Molecular Cell Biology. 2012, N 4. P. 125-126. <https://doi.org/10.1093/jmcb/mjs022>
7. Vlasov Yu.A., Okuneva G.N. Blood circulation and gases exchange in human. Novosibirsk, Science? 1992. 319 p.
8. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Кононец В.В., Пухальская Л.Г. «Гравитационная биология – антропология» в антропогенетическом обосновании здоровья и нездоровья // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13976>
9. Sawka M.N., Convertino V.A., Eichner E.R., Schnieder S.M. et al. Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses and trauma/sickness // Med. Sci. Sports Exerc. 2000. Vol. 32. P. 332-348. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00012>
10. Айзман Р.И., Лысова Н.Ф. Возрастная физиология и психофизиология. М.: ИНФРА-М, 2014. 352 с.
11. Хухлаева О.В. Психология развития. Молодость, зрелость, старость. М.: Академия, 2006. 208 с.
12. Dilenyay L.R., Martusevich A.K., Bocharin I.V., Belkaniya G.S. Typological structure of hemodynamics in age scale // Archiv Euromedica. 2019. Vol. 9, N 2. P. 65-67. http://journal-archiv euromedica.eu/archiv-euromedica-02-2019/archiv_euromedica_02_2019_maket_12_09_2019_READY_10.pdf

DATA ABOUT THE AUTHORS

Levon R. Dilenyan, PhD, Ass. Prof. in Department of Pathophysiology
Privolzhsky Research Medical University
10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
levon-nn@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7214-0959

Ivan V. Bocharin, Assistant in Department of Physical Culture and Sports
Privolzhsky Research Medical University
10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
bocharin.ivan@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4961-5351

Alena V. Zaripova, Assistant in Department of Physical Culture and Sports
Privolzhsky Research Medical University
10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
akmart@mail.ru
ORCID: 0000-0001-6388-9976

Andrew K. Martusevich, PhD, MD, Head of the Laboratory of Medical Biophysics
Privolzhsky Research Medical University
10/1, Minin sq., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
cryst-mart@yandex.ru
SPIN-code: 5618-4826
ORCID: 0000-0002-0818-5316
ResearcherID: AAY-6097-2020, G-1752-2011
Scopus Author ID: 22035825900

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Диленян Левон Робертович, к.м.н., доцент кафедры патофизиологии
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация
levon-nn@yandex.ru

Бочарин Иван Владимирович, преподаватель кафедры физической культуры и спорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

bocharin.ivan@mail.ru

Зарипова Алёна Владимировна, преподаватель кафедры физической культуры и спорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

aktart@mail.ru

Мартусевич Андрей Кимович, д.б.н., руководитель лаборатории медицинской биофизики

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

пл. Минина, 10/1, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация

cryst-mart@yandex.ru

ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ

INTERNAL MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-24-40

УДК 616.6+616.9

ОСОБЕННОСТИ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С УРЕАПЛАЗМЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

М.С. Зейналов

Цель исследования – определить клиничко-лабораторные особенности пациентов с уреоплазменной инфекцией.

Материалы и методы. Было проведено обследование 215 пациентов с воспалительными заболеваниями органов малого таза. Среди обследованных женщин было 21 (9,8%), мужчин – 194 (90,2%). Средний возраст женщин был $32,0 \pm 0,4$ года, мужчин – $31,0 \pm 0,4$ лет. В исследованиях были использованы клиничко-анамнестический, молекулярно-биологический и микроскопический методы.

Результаты. Частота встречаемости *U.urealyticum* у мужчин составляла $52,8 \pm 3,7\%$, у женщин – $42,0 \pm 11,3\%$. Установлено, что у женщин с уреоплазменной инфекцией из гинекологических заболеваний отмечаются подострый вульвовагинит, хронический сальпингофорит и дисфункция яичника. Среди урологических заболеваний у мужчин с уреоплазменной инфекцией имели место уретрит и цистит.

Заключение. Показано, что при диагностировании уреоплазменной инфекции у женщин наиболее информативным является картина общего мазка, у мужчин количественный показатель лейкоцитов в моче.

Ключевые слова: уреоплазменная инфекция; полимеразная цепная реакция; *Ureaplasmaurealyticum*, *Ureaplasmaparvum*, *Mycoplasma hominis*

Для цитирования. Зейналов М.С. Особенности клиничко-лабораторной характеристики пациентов с уреоплазменной инфекцией // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 24-40. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-24-40

THE PECULIARITIES OF CLINICO-LABORATORY CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH UREAPLASMA INFECTION

M.S. Zeynalov

Aim – to detect of clinico-laboratory peculiarities of patients with ureaplasma infection.

Methods. The 215 patients with inflammatory disease of organs of small pelvis have been observed. Among observing the women were 21 (9,8%) and men – 194 (60,2%). The middle age of women was $32,0 \pm 0,4$ years and men – $31,0 \pm 0,4$ years.

The clinico-anamnestic, molecular-biological and microscopic methods have been used in investigations.

Results. The appearance frequency of *U.urealyticum* in men consist $52,8 \pm 3,7\%$, in women $42,0 \pm 11,3\%$. It was determined that in women with ureaplasma infection from gynecological diseases the vulvovaginitis, chronic salpingoophoritis and dysfunction of ovary have been appeared. Among urological diseases in men with ureaplasma infection the urethritis and cystitis have been detected.

Conclusions. It was shown that in diagnosis of ureaplasma infection in women the view of general smear is more informative, in men – the quantity rate of leucocytes in urine.

Keywords: ureaplasma infection; polymerase chain reaction; *Ureaplasma urealyticum*; *Ureaplasma parvum*; *Mycoplasma hominis*

For citation. Zeynalov M.S. The peculiarities of clinico-laboratory characteristics of patients with ureaplasma infection. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 24-40. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-24-40

По эпидемиологическим данным частота воспалительных заболеваний органов уrogenитального тракта у женщин и мужчин, вызванных патогенными и условно-патогенными микроорганизмами в последние годы заметно увеличилась, что является серьезной проблемой, так как непосредственно могут стать причиной различных осложнений, связанных с репродуктивной функцией [1, 3, 4, 10, 12, 13, 18].

Среди возбудителей инфекционно-воспалительных заболеваний мочеполовой системы ведущее место занимают генитальные микоплазмы: *Mycoplasma genitalium*, *Ureaplasma urealyticum*, *Ureaplasma parvum*, *Mycoplasma hominis* [4, 7, 9; 11, 16, 19, 21].

Имеются данные, что в мире около 175 млн. человек инфицированы *U.urealyticum* [2, 5, 17]. Частота выявления *U.urealyticum* среди гинекологических больных составляет 49,5-55,4% [6, 8, 11, 14, 15, 20]. По данным В.Н. Прилепской и соавт. (2007), у 22,3% женщин репродуктивного возраста выявляется *U.urealyticum*, при этом как моноинфекция в 37,5% случаев, при смешанном инфицировании в составе микробных ассоциаций – в 62,5% наблюдений [5, 19].

Цель работы – определение клинико-лабораторных особенностей уреоплазменной инфекции (УИ) у мужчин и женщин.

Материалы и методы

С учетом поставленных нами задач, а именно для установления некоторых особенностей клинического течения уреоплазменной инфекции у пациентов, а также для конкретизации диагностического критерия уреоплазменной инфекции у мужчин и женщин, в 2014-2016 гг. на базе Республиканского кожно-венерологического диспансера г. Баку было проведено обследование 215 пациентов с диагнозом «воспалительные заболевания органов малого таза». Среди обследованных женщин было 21 (9,8%), мужчин – 194 (90,2%). Средний возраст женщин был 32,0±0,4 года, мужчин – 31,0±0,4 лет. Острое течение воспалительного процесса выявлено у 45 (20,9%), хроническое течение воспалительного процесса – у 170 (79,1%) больных.

Диагноз урогенитального уреоплазмоза устанавливался на основании микробиологических и клинико-терапевтических критерий. При обследовании больные предъявляли жалобы на боли внизу живота различной интенсивности, повышение температуры тела свыше 37,5°C, озноб, слабость, тошноту, выделения из половых путей слизистого и гнойного характера, нарушение функций пищеварительной, мочевыделительной и половой систем организма.

Распределение больных по возрастным группам было следующим образом: до 30-ти лет – 98 чел. (49,7%), 30-39 лет – 75 чел. (38,1%) и старше 40 лет – 24 чел. (12,2%) (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1.

Распределение больных в зависимости от пола

Пол	Обследованные		Положительные	
	п	%	п	%
Мужчины	194	90,2%	178	90,4%
Женщины	21	9,8%	19	9,6%
Итого	215	100,0%	197	100,0%

Таблица 2.

Распределение больных в зависимости от возраста

Возраст_группы	Обследованные		Положительные	
	n	%	n	%
< 30 лет	108	50,2%	98	49,7%
30-39 лет	81	37,7%	75	38,1%
>=40 лет	26	12,1%	24	12,2%
Итого	215	100,0%	197	100,0%

Таблица 3.

Распределение больных с зависимости от пола и возраста

Пол	Возраст_группы	Обследованные		Положительные	
		n	%	n	%
Мужчины	< 30 лет	94	48,5%	85	47,8%
	30-39 лет	76	39,2%	71	39,9%
	>=40 лет	24	12,4%	22	12,4%
	Итого	194	100,0%	178	100,0%
Женщины	< 30 лет	14	66,7%	13	68,4%
	30-39 лет	5	23,8%	4	21,1%
	>=40 лет	2	9,5%	2	10,5%
	Итого	21	100,0%	19	100,0%

В исследованиях были использованы клинико-анамнестический, молекулярно-биологический (полимеразная цепная реакция (ПЦР)) и микроскопический методы. Полученные цифровые данные подверглись статистической обработке методами вариационного анализа. Для описания качественных признаков использовались процентные показатели и их стандартные ошибки. Вычисления проводились на электронной таблице EXCEL-2010 и IBMSPSS-20.

Для подтверждения гипотезы о различной частоте встречаемости качественных признаков в сравниваемых группах применялся критерий Хи-квадрат Пирсона.

Результаты и их обсуждение

Результаты ПЦР-диагностики показали, что *U.urealyticum* (UU) выявлялась у 37 мужчин (39,4±5,0%). У мужчин микст уреоплазменная инфекция (*U.urealyticum*+*U. parvum*) устанавливалась у 7 (7,4±2,7%), микст *U.urealyticum*+*M. hominis* (MH) инфекция у 30 (31,9±4,8%). UU в ассоциации с одним возбудителем обнаруживалась только у 6 мужчин (6,4±2,5%), а с двумя возбудителями у 14 мужчин (14,9±3,7%) ($p < 0,05$).

Из 102 обследованных на UU больных выявляемость в моно-форме составляла $39,2 \pm 4,8\%$, в микстформе – $60,8 \pm 4,6\%$.

Анализ частоты встречаемости UU в зависимости от возраста показал, что в моно форме она выявлялась больше в возрастной группе старше 40 лет ($41,7 \pm 14,2\%$). UU в ассоциации с U.parvum (UP) больше определялась в возрасте до 30-ти лет ($7,7 \pm 3,7\%$), а в ассоциации с МН в возрастной группе 30-39 лет ($36,8 \pm 7,8\%$) (табл.4).

Таблица 4.

Частота встречаемости различных возбудителей у женщин в различных возрастных группах

Возрастные группы	Обследовано	UU	UP	МН
До 30 лет	15	5 (38,5%)	12 (92,3%)	5 (38,5%)
30-39 лет	4	2 (50,0%)	2 (50,0%)	1 (25,0%)
40-49 лет	2	1 (50,0%)	1 (50,0%)	–
Итого:	21	8 (38,1%)	15 (71,4%)	6 (28,9%)

U.urealyticum с одним и двумя возбудителями в возрасте старше 40 лет не выявлялась. Выявляемость U.urealyticum с двумя возбудителями оказалась наиболее высокой в возрастной группе до 30-ти лет ($23,1 \pm 5,8\%$). U.urealyticum с одним возбудителем определялся в одном случае ($2,6 \pm 2,6\%$) (табл. 5).

Таблица 5.

Частота встречаемости U.urealyticum в моно- и микстформе в зависимости от возраста

Возбудители		Возрастные группы						Итого	
		< 30 лет		30-39 лет		≥40 лет			
		n	%	n	%	n	%	n	%
UU/+	UU	20	$38,5 \pm 6,7\%$	15	$39,5 \pm 7,9\%$	5	$41,7 \pm 14,2\%$	40	$39,2 \pm 4,8\%$
	UU + UP	4	$7,7 \pm 3,7\%$	3	$7,9 \pm 4,4\%$	1	$8,3 \pm 8,0\%$	8	$7,8 \pm 2,7\%$
	UU + МН	11	$21,2 \pm 5,7\%$	14	$36,8 \pm 7,8\%$	6	$50,0 \pm 14,4\%$	31	$30,4 \pm 4,6\%$
	UU + 1 inf	5	$9,6 \pm 4,1\%$	1	$2,6 \pm 2,6\%$	–	–	6	$5,9 \pm 2,3\%$
	UU + 2 inf	12	$23,1 \pm 5,8\%$	5	$13,2 \pm 5,5\%$	–	–	17	$16,7 \pm 3,7\%$
Итого		52	100,0%	38	100,0%	12	100,0%	102	100,0%

Частота встречаемости UP в моно форме у мужчин составляла $53,1 \pm 5,0\%$. Ассоциация UP+UU выявлялась у 7 мужчин ($7,1 \pm 2,6\%$). Выявляемость ассоциации UP+МН у мужчин составляла $24,5 \pm 4,3\%$. Анализ частоты выявляемости U.parvum в моно и микст форме в зависимости от возраста показал, что UP в возрастной группе 30-39 лет обнаруживалась

больше ($58,1 \pm 7,5\%$). Ассоциация UP+UU выявлялась в возрастной группе старше 40 лет ($8,3 \pm 8,0\%$), ассоциация UP+МН в возрастной группе до 30-ти лет ($27,6 \pm 5,9\%$). UP в микст форме (с одним или двумя возбудителем) в возрастной группе старше 40 лет не определялась. Надо отметить, что у обследованных мужчин МН в моно форме не обнаруживалась.

Таблица 6.

**Частота встречаемости U.parvum в моно- и микстформе
в зависимости от пола**

Возбудители		Пол				Итого	
		мужчины		женщины			
		n	%	n	%	n	%
UP/+	UP	52	$53,1 \pm 5,0\%$	9	$60,0 \pm 12,6\%$	61	$54,0 \pm 4,7\%$
	UP + UU	7	$7,1 \pm 2,6\%$	1	$6,7 \pm 6,4\%$	8	$7,1 \pm 2,4\%$
	UP + МН	24	$24,5 \pm 4,3\%$	2	$13,3 \pm 8,8\%$	26	$23,0 \pm 4,0\%$
	UP + 1 inf	5	$5,1 \pm 2,2\%$	–		5	$4,4 \pm 1,9\%$
	UP + 2 inf	10	$10,2 \pm 3,1\%$	3	$20,0 \pm 10,3\%$	13	$11,5 \pm 3,0\%$
Итого		98	$100,0\%$	15	$100,0\%$	113	$100,0\%$

МН в ассоциации с UU у мужчин встречалась в $44,8 \pm 6,1$ ($p < 0,05$). Ассоциация МН+UP у мужчин выявлялась в $35,8 \pm 5,9\%$.

Выявляемость ассоциации МН+UU была больше в возрастной группе старше 40 лет ($66,7 \pm 15,7\%$), тогда как ассоциация МН+UP определялась в возрастной группе до 30-ти лет ($44,4 \pm 8,3\%$) ($p < 0,001$).

Частота встречаемости U.urealyticum у мужчин была больше в возрастной группе старше 40 лет ($50,0 \pm 10,7\%$). В общем частота встречаемости U.urealyticum у мужчин составляла $52,8 \pm 3,7\%$.

U.parvum у мужчин в основном тоже выявлялась в возрастной группе старше 40 лет ($50,0 \pm 10,7\%$). Общая выявляемость U.parvum у мужчин составляла $55,1 \pm 3,7\%$. По результатам наших исследований у мужчин U.parvum встречается чаще, чем U.urealyticum ($p < 0,05$) (табл. 6).

Как показали результаты наших исследований, изменения картины общего мазка мочи демонстрировали зависимость от моно- и микст уреоплазменной инфекции. Так, средние показатели количества лейкоцитов в моче ($2,74$) было на несколько порядка выше у больных с тремя возбудителями, что объясняется корреляцией между числом возбудителя и степенью тяжести заболевания.

Анализируя полученные данные можно отметить, что количество случаев превышения нормы по лейкоцитам заметно отличалось в зависимости от пола и у мужчин в 16,9% случаях. Количество случаев превышения нормы по эпителиальным клеткам и слизи в общем мазке у мужчин были в 2-3 раза ниже, чем у обследованных женщин (7,9% и 12,4% соответственно). Это указывает на то, что количественные показатели общего мазка мочи при диагностировании уреаплазменной инфекции являются наиболее информативными у женщин, нежели у мужчин ($p < 0,05$) (табл. 7 и табл. 8).

Таблица 7.

**Количество лейкоцитов в общем мазке мочи
у обследованных в зависимости от пола**

Пол	Показатели		Обследованные		Положительные	
			n	%	n	%
Мужчины	Лейкоциты	N	163	84,0%	148	83,1%
		> N	31	16,0%	30	16,9%
	Итого		194	100,0%	178	100,0%
Женщины	Лейкоциты	N	13	61,9%	11	57,9%
		> N	8	38,1%	8	42,1%
	Итого		21	100,0%	19	100,0%

Таблица 8.

**Количество эпителиальных клеток в общем мазке
у обследованных в зависимости от пола**

Пол	Показатели		Обследованные		Положительные	
			n	%	n	%
Мужчины	Эпителиальные клетки	N	180	92,8%	164	92,1%
		> N	14	7,2%	14	7,9%
	Итого		194	100,0%	178	100,0%
Женщины	Эпителиальные клетки	N	16	76,2%	14	73,7%
		> N	5	23,8%	5	26,3%
	Итого		21	100,0%	19	100,0%

При исследовании мазка мочи на лейкоциты наблюдалась несколько иная картина. Здесь у мужчин этот показатель превалировал над показателями женщин. У мужчин количество лейкоцитов были больше нормы в 16,9% случаях, слизь у мужчин в обильном количестве определялся у 1,1%. Исходя из этого можно сделать вывод, что у мужчин при установлении диагноза уреаплазменной инфекции необходимо обратить внима-

ние именно на количество лейкоцитов в моче. Как становится очевидно из результатов количеств лейкоцитов и эпителиальных клеток были выше нормы в основном в возрастной группе 30-39 лет. Анализ картины общего мазка на эпителиальные клетки показал, что в возрасте до 30-ти лет у 9,2% положительных больных на уреоплазменную инфекцию количество эпителиальных клеток в мазке превышал норму.

В возрастной группе 30-39 лет этот показатель также был выше нормативных значений и составлял 12,0% больных с установленной уреоплазменной инфекцией. В возрастной группе старше 40 лет лишь у 4,2% больных количество эпителиальных клеток в мазке было больше нормы. Полученные данные можно интерпретировать так, что по сути именно в возрастной группе 30-39 лет выявляемость *U.urealyticum* и *U.parvum* составляет большую часть.

Количество слизи в мазке также был несколько выше в возрастной группе 30-39 лет (16,0%) ($p<0,05$). Анализируя результаты микроскопического исследования общего мазка на слизь в зависимости от возраста можно увидеть, что количественный показатель слизи в мазке также превышает норму в возрастной группе 30-39 лет. Это указывает на то, что картина общего мазка мочи может быть информативным в диагностическом и прогностическом планах, также как и эпителиальные клетки в общем мазке.

Результаты по определению количественного показателя лейкоцитов в мазке мочи в зависимости от возраста больных с уреоплазменной инфекцией показали, что в возрастной группе 30-39 лет он был наиболее высоким по сравнению с другими возрастными группами (22,7%) ($p<0,05$). В возрастной группе до 30-ти лет у больных с уреоплазменной инфекцией показатель слизи в мазке мочи был выше нормы в 10,2% случаях, тогда как в возрастных группах 30-39 лет и старше 40 лет он составлял соответственно 1,3% и 4,2% ($p<0,05$). По этим результатам становится очевидно, то количество слизи в мазке мочи не является столь информативным, чем количество лейкоцитов в мазке мочи (табл. 9).

Среди клинических признаков заболевания значительный удельный вес составили выделения из половых путей, которые отличились количеством (от скудных до обильных), консистенцией (от жидких до студенистых). Незначительные выделения наблюдались у 25 (11,6%) обследованных, обильные выделения у 123 (57,2%). Дизурические осложнения (болезненные и частые мочеиспускания) у 95 (44,2%) обследованных появлялись периодически.

Таблица 9.

Количество лейкоцитов в общем мазке мочи в зависимости от возраста

Возрастная группа			Обследованные		Положительные	
			n	%	n	%
< 30 лет	Лейкоциты	N	87	80,6%	78	79,6%
		> N	21	19,4%	20	20,4%
	Итого		108	100,0%	98	100,0%
30-39 лет	Лейкоциты	N	64	79,0%	58	77,3%
		> N	17	21,0%	17	22,7%
	Итого		81	100,0%	75	100,0%
≥40 лет	Лейкоциты	N	25	96,2%	23	95,8%
		> N	1	3,8%	1	4,2%
	Итого		26	100,0%	24	100,0%

Установлено, что при наличии *U.urealyticum*, относящейся к биовару Paγvo, из 15 пациенток гинекологическая патология имела у всех (100%). Жалобы на периодические тянущие боли внизу живота предъявляли 8 (38,1%) женщин, испытывали дискомфорт в уретре 11 (52,4%), учащенное мочеиспускание отмечали 12 (57,1%), обильные выделения беспокоили 9 (42,9%) пациенток. Среди гинекологических заболеваний отмечены: признаки подострого уретрита у 10 (47,6%), подострого цистита у 9 (42,9%). Признаки подострого вульвовагинита отмечены у 7 (46,7%), хронический сальпингоофорит у 9 (60,0%), дисфункции яичников у 8 (53,3%) женщин из 15, у которых выделен биовар Paγvo (рис. 1).

При оценке акушерско-гинекологического анамнеза и данных клинико-бактериологического обследования 8 женщин, у которых выделены биовар T-960, установлено следующее: жалобы на периодические тянущие боли внизу живота предъявляли все женщины, испытывали дискомфорт в уретре 8 (100,0%), учащенное мочеиспускание отмечали 8 (100,0%), обильные выделения беспокоили 7 (87,5%) пациенток (рис. 2).

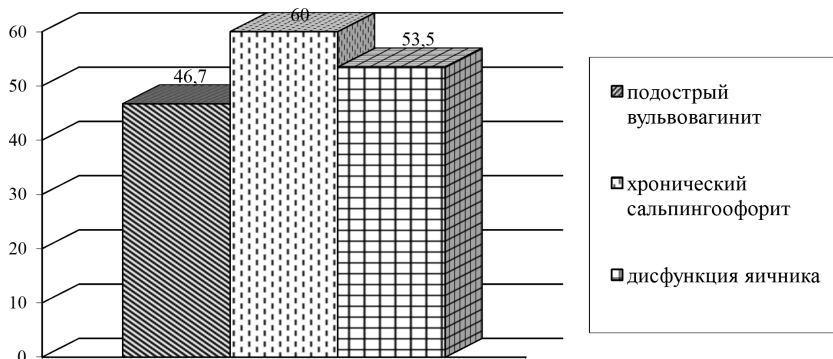


Рис. 1. Частота гинекологических заболеваний пациенток с уреоплазменной инфекцией, вызванной биоваром Parvo

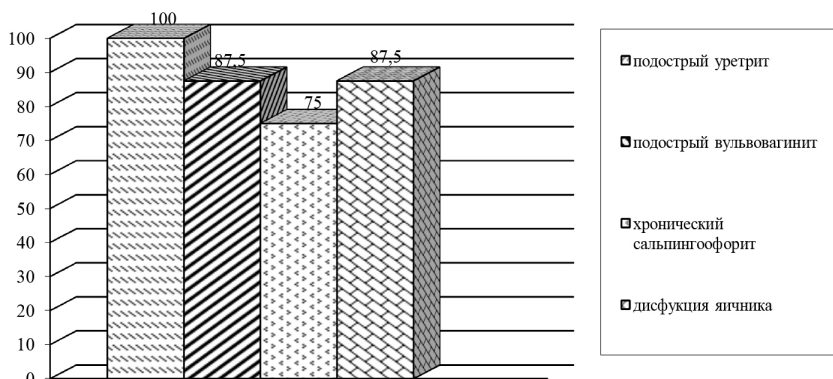


Рис. 2. Частота гинекологических и урологических заболеваний пациенток с уреоплазменной инфекцией, вызванной биоваром T-960

В гинекологическом статусе отмечены: подострый уретрит у 8 (100,0%), подострый вульвовагинит у 7 (87,5%), хронический сальпингофорит у 6 (75,0%), дисфункция яичника у 7 (87,5%).

Из 21 женщин, принявших участие в данном исследовании у 20 имели нарушения в микрофлоре. Из них у 6 (30,0%) уреоплазменная инфекция сочеталась с кандидозом, у 8 (40,0%) с бактериальным вагинозом, у 6 (30,0%) с кандидозом и бактериальным вагинозом (рис. 3).

Жалобы на дискомфорт в уретре предъявляли 79 (36,7%) мужчин, учащенное мочеиспускание отмечали 83 (38,6%) и обильные выделения беспокоили 114 (53,0%) пациентов.

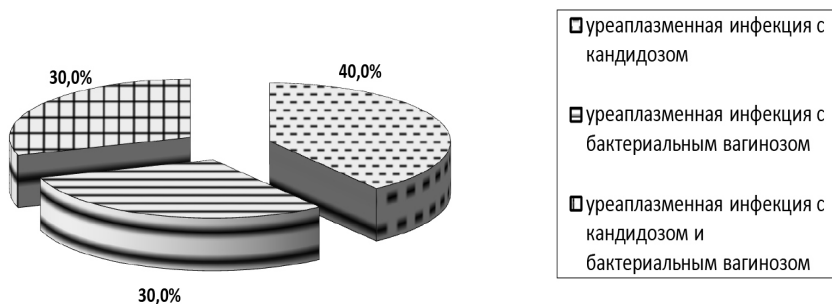


Рис. 3. Сочетание уреаплазменной инфекции с бактериальной флорой у женщин

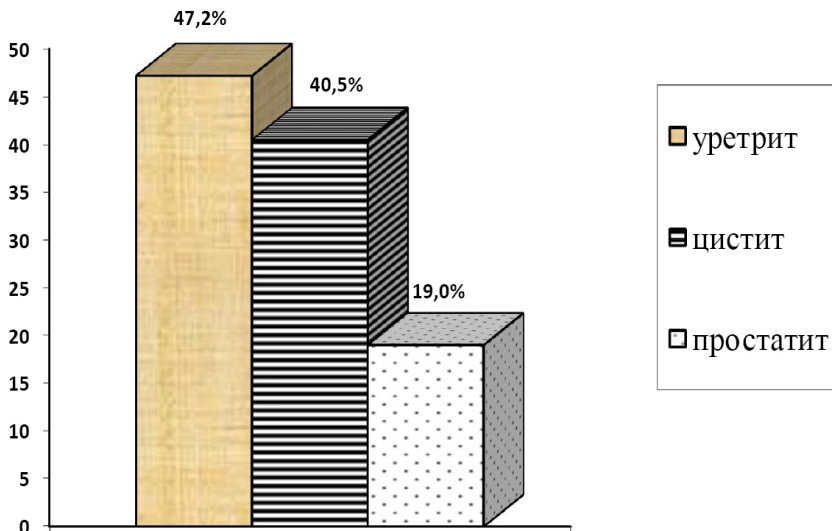


Рис. 4. Частота урологических заболеваний пациентов с уреаплазменной инфекцией вызванной биоваром Parvo

Среди урологических заболеваний у пациентов с уреаплазменной инфекцией, вызванной биоваром Parvo, отмечали: уретрит у 92 (47,2%), цистит у 79 (40,5%) и простатит у 37 (19,0%) мужчин (рис. 4).

Анализ частоты встречаемости урологических заболеваний у пациентов с уреаплазменной инфекцией, вызванной биоваром T-960 показал следующую картину: уретрит у 81 (41,5%) и цистит у 71 (36,4%) мужчин (рис. 5).

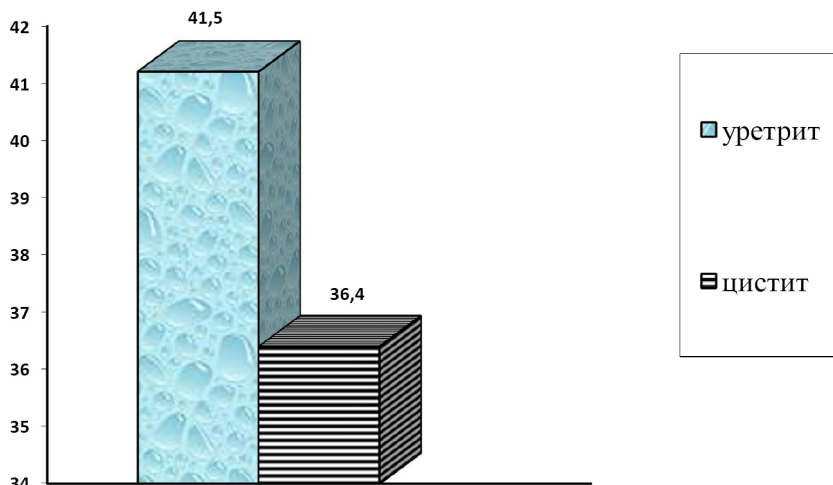


Рис. 5. Частота урологических заболеваний пациентов с уреоплазменной инфекцией, вызванной биофармом Т-960

Выводы:

1. Частота встречаемости *U.urealyticum* у мужчин составляла $52,8 \pm 3,7\%$, у женщин – $42,0 \pm 11,3\%$ ($p < 0,05$).
2. Установлено, что у женщин с уреоплазменной инфекцией из гинекологических заболеваний наиболее часто отмечаются подострый вульвовагинит (87,5%), хронический сальпингоофорит (75,0%) и дисфункция яичника (87,5%).
3. Среди урологических заболеваний у мужчин с уреоплазменной инфекцией имели место уретрит (47,2%), цистит (40,5%) и простатит (19,0%).
4. У мужчин при установлении диагноза уреоплазменной инфекции необходимо учитывать количество лейкоцитов в моче.
5. Выявлено, что у женщин при диагностировании уреоплазменной инфекции микроскопия общего мазка мочи по эпителиальным клеткам и слизи является наиболее информативным методом.

Информация о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Работа не имела спонсорской поддержки, автор не получал гонорар за исследование.

Список литературы

1. Воропаева Е.А., Афанасьев С.С., Алёшин В.А. и др. Микробиологические и иммунологические критерии оценки эффективности лечения уреоплазмоза у женщин // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2007. № 2. С. 65-70.
2. Гомберг М.А., Соловьев А.М. Лечение уреоплазменной инфекции уrogenитального тракта // Лечащий врач. 2004. № 10. С. 39-42. <https://www.lvrach.ru/2004/10/4531870>
3. Загратдинова Р.М., Боголюбовская А.Л., Димакова Е.В. Оптимизация лечения уrogenитальной микоплазменной инфекции у женщин // Акушерство и гинекология. 2014. № 9. С. 103-107. https://www.galavit.ru/docs/ginekologiya/zagrtdinova_2014.pdf
4. Кисина В.И. Алгоритм диагностики и лечения уrogenитальных заболеваний, ассоциированных с *Ureaplasma* spp. // Клиническая дерматология и венерология. 2012. № 5. С. 89-94. <https://www.mediasphera.ru/issues/klinicheskaya-dermatologiya-i-venerologiya/2012/5/031997-28492012517>
5. Клинические рекомендации по ведению больных, инфекциями передаваемыми половым путем и уrogenитальными инфекциями. М.: Деловой экспресс, 2012. 112 с. https://www.cnikvi.ru/files/ippp_patients.pdf
6. Кубанова А.А., Рахматулина М.Р. Уrogenитальные инфекционные заболевания, вызванные генитальными микоплазмами. Клинические рекомендации // Вестник дерматологии и венерологии. 2009. Т. 85, № 3. С. 78-83. <https://vestnikdv.ru/jour/issue/viewIssue/73/22>
7. Макаров И.О., Боровкова Е.И. Бактериальные и вирусные инфекции в акушерстве и гинекологии: учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей. М.: МЕД-пресс-информ, 2013. С. 62-71.
8. Прилепская В.Н., Быковская О.В. Уреоплазменная инфекция в акушерстве и гинекологии – современный взгляд на проблему // Акушерство и гинекология. 2007. № 2. С. 21-23.
9. Рар В.А., Максимова Т.Р., Трухина А.В., Ремпель Е.Г. Уровень колонизации уреоплазмами определенных биоваров в группах женщин с различными клиническими симптомами // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2004. № 4. С. 12-17.
10. Савичева А.М. Этиологическая диагностика и терапия репродуктивно значимых инфекций // Трудный пациент. 2007. Т. 5, № 1. С. 21-28. <https://trudnyipacient.ru/articles/6098/>

11. Федосеев А.С., Серебряков В.Г. О диагностике и лечении уреоплазмоза // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2003. № 4. С. 62-63.
12. Шевченко Е.А. Анализ заболеваемости урогенитальными инфекциями в Приволжском Федеральном округе // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2010. Т. 15, № 1. С. 14-16. <https://rjeid.com/1560-9529/article/view/40428>
13. Шевченко Е.А., Артифексова А.А. Урогенитальные инфекции и хронические воспалительные процессы репродуктивной системы // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2010. Т. 15, № 2. С. 25-27. <https://rjeid.com/1560-9529/article/view/40461>
14. Allam A., Alvarez S., Brown M., Reyes L. Ureaplasma parvum infection alters filamin a dynamics in host cells // BMC Infect. Dis. 2011. № 11. P. Article number: 101. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-101>
15. Farrell J., Larson J., Akeson J. et al. Ureaplasma parvum Prosthetic joint infection detected by PCR // Journal of Clinical Microbiology. 2014. Vol. 52, No 6. P. 2248-2250. <https://doi.org/10.1128/JCM.00432-14>
16. Li Xio, Glass J., Paralanov V. et al. Detection and characterization of human Ureaplasma species and serovars by real-time PCR // Journal of Clinical Microbiology. 2010. Vol. 48, No 8. P. 2715-2723. <https://doi.org/10.1128/JCM.01877-09>
17. Mallard K., Schopfer K., Bodmer T. Development of real-time PCR for the differential detection and quantification of Ureaplasma urealyticum and Ureaplasma parvum // Journal of Microbiological Methods. 2005. Vol. 60, No 1. P. 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2004.08.005>
18. Urszula K., Joanna E., Marek E. et al. Colonization of the lower urogenital tract with Ureaplasma parvum can cause asymptomatic infection of the upper reproductive system in women: a preliminary study // Arch. Gynecol. Obstet. 2014. Vol. 289. P. 1129–1134. <https://doi.org/10.1007/s00404-013-3102-7>
19. Viscardi R.M. Ureaplasma species: role in diseases of prematurity // Clinics in Perinatology. 2010. Vol. 37, No 2. P. 393-409. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2009.12.003>
20. Xiao L., Paralanov V., Glass J.I., Duffy L.B., Robertson J.A., Cassell G.H, Chen Y.Y., Waites K.B. Extensive horizontal gene transfer in human ureaplasmas questions the utility of serotyping for diagnostic purposes // Journal of Clinical Microbiology. 2011. Vol. 49. No 8. P. 2818-2826. <https://doi.org/10.1128/jcm.00637-11>
21. Yoshida T., Deguchi T., Meda S. et al. Quantitative Detection of Ureaplasma parvum (biovar 1) and Ureaplasma urealyticum (biovar 2) in Urine Specimens

from Men With and Without Urethritis by Real-Time Polymerase Chain Reaction // Sexually Transmitted Diseases. 2007. Vol. 34, No 6. P. 416-419. <https://doi.org/10.1097/01.olq.0000243621.89212.40>

References

1. Voropaeva E.A., Afanas'ev S.S., Aleshin V.A. i dr. Mikrobiologicheskie i immunologicheskie kriterii otsenki effektivnosti lecheniya ureaplazmoza u zhen-shchin // Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii. 2007. № 2. S. 65-70.
2. Gomberg M.A., Solov'ev A.M. Lechenie ureaplazmennoy infektsii urogenital'nogo trakta // Lechashchiy vrach. 2004. № 10. S. 39-42. <https://www.lvrach.ru/2004/10/4531870>
3. Zagratdinova R.M., Bogolyubskaya A.L., Dimakova E.V. Optimizatsiya lecheniya urogenital'noy mikoplazmennoy infektsii u zhenshchin // Akusherstvo i ginekologiya. 2014. № 9. S. 103-107. https://www.galavit.ru/docs/ginekologiya/zagrdtinova_2014.pdf
4. Kisina V.I. Algoritm diagnostiki i lecheniya urogenital'nykh zabolevaniy, assotsiirovannykh s Ureaplazma spp. // Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya. 2012. № 5. S. 89-94. <https://www.mediasphera.ru/issues/klinicheskaya-dermatologiya-i-venerologiya/2012/5/031997-28492012517>
5. Klinicheskie rekomendatsii po vedeniyu bol'nykh, infektsiyami peredavaemymi polovym putem i urogenital'nymi infektsiyami. M.: Delovoy ekspres, 2012. 112 s. https://www.cnikvi.ru/files/ipp_ppatients.pdf
6. Kubanova A.A., Rakhmatulina M.R. Urogenital'nye infektsionnye zabolevaniya, vyzvannye genital'nymi mikoplazmami. Klinicheskie rekomendatsii // Vestnik dermatologii i venerologii. 2009. T. 85, № 3. S. 78-83. <https://vestnikdv.ru/jour/issue/viewIssue/73/22>
7. Makarov I.O., Borovkova E.I. Bakterial'nye i virusnye infektsii v akusherstve i ginekologii: uchebnoe posobie dlya sistemy poslevuzovskogo i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya vrachey. M.: MEDpress-inform, 2013. S. 62-71.
8. Prilepskaya V.N., Bykovskaya O.V. Ureaplazmennaya infektsiya v akusherstve i ginekologii – sovremennyy vzglyad na problemu // Akusherstvo i ginekologiya. 2007. № 2. S. 21-23.
9. Rar V.A., Maksimova T.R., Trukhina A.V., Rempel' E.G. Uroven' kolonizatsii ureaplazmami opredelennykh biovarov v gruppakh zhenshchin s razlichnymi klinicheskimi simptomami // Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii. 2004. № 4. S. 12-17.

10. Savicheva A.M. Etiologicheskaya diagnostika i terapiya reproductivno znachimykh infektsiy // *Trudnyy patsient*. 2007. T. 5, № 1. S. 21-28. <https://t-patient.ru/articles/6098/>
11. Fedoseev A.S., Serebryakov V.G. O diagnostike i lechenii ureaplazmoza // *Rossiyskiy zhurnal kozhnykh i venericheskikh bolezney*. 2003. № 4. S. 62-63.
12. Shevchenko E.A. Analiz zabolevaemosti urogenital'nymi infektsiyami v Privolzhskom Federal'nom okruge // *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*. 2010. T. 15, № 1. S. 14-16. <https://rjeid.com/1560-9529/article/view/40428>
13. Shevchenko E.A., Artifeksova A.A. Urogenital'nye infektsii i khronicheskie vospalitel'nye protsessy reproductivnoy sistemy // *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*. 2010. T. 15, № 2. S. 25-27. <https://rjeid.com/1560-9529/article/view/40461>
14. Allam A., Alvarez S., Brown M., Reyes L. Ureaplasma parvum infection alters filamin a dynamics in host cells // *BMC Infect. Dis*. 2011. № 11. P. Article number: 101. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-101>
15. Farrell J., Larson J., Akeson J. et al. Ureaplasma parvum Prosthetic joint infection detected by PCR // *Journal of Clinical Microbiology*. 2014. Vol. 52, No 6. P. 2248-2250. <https://doi.org/10.1128/JCM.00432-14>
16. Li Xio, Glass J., Paralanov V. et al. Detection and characterization of human Ureaplasma species and serovars by real-time PCR // *Journal of Clinical Microbiology*. 2010. Vol. 48, No 8. P. 2715-2723. <https://doi.org/10.1128/JCM.01877-09>
17. Mallard K., Schopfer K., Bodmer T. Development of real-time PCR for the differential detection and quantification of Ureaplasma urealyticum and Ureaplasma parvum // *Journal of Microbiological Methods*. 2005. Vol. 60, No 1. P. 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2004.08.005>
18. Urszula K., Joanna E., Marek E. et al. Colonization of the lower urogenital tract with Ureaplasma parvum can cause asymptomatic infection of the upper reproductive system in women: a preliminary study // *Arch. Gynecol. Obstet*. 2014. Vol. 289. P. 1129-1134. <https://doi.org/10.1007/s00404-013-3102-7>
19. Viscardi R.M. Ureaplasma species: role in diseases of prematurity // *Clinics in Perinatology*. 2010. Vol. 37, No 2. P. 393-409. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2009.12.003>
20. Xiao L., Paralanov V., Glass J.I., Duffy L.B., Robertson J.A., Cassell G.H, Chen Y.Y., Waites K.B. Extensive horizontal gene transfer in human ureaplasmas questions the utility of serotyping for diagnostic purposes // *Journal of Clinical Microbiology*. 2011. Vol. 49. No 8. P. 2818-2826. <https://doi.org/10.1128/jcm.00637-11>

21. Yoshida T., Degychi T., Meda S. et al. Quantitative Detection of *Ureaplasma parvum* (biovar 1) and *Ureaplasma urealyticum* (biovar 2) in Urine Specimens from Men With and Without Urethritis by Real-Time Polymerase Chain Reaction // Sexually Transmitted Diseases. 2007. Vol. 34, No 6. P. 416-419. <https://doi.org/10.1097/01.olq.0000243621.89212.40>

ДАнные ОБ АВТОРЕ

Зейналов Мушвиг Сабухиевич, диссертант, дерматовенеролог
*Республиканский кожно-венерологический диспансер г. Баку
пр. Бюль-Бюля, 83, г. Баку, AZ1014, Азербайджан
iris.ax@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHOR

Mushvig S. Zeynalov, Dissertation Candidate, Dermatovenerologist
*Republican Dermatovenerologic Dispensary
83, Bul-Bul Ave., Baku, AZ1014, Azerbaijan
iris.ax@mail.ru*

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-41-58

УДК 616.12.127: 616-056.52

КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАНТОВ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ЖЕНЩИН С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ РАНЕЕ ПРОЖИВАВШИХ В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ

Р.А. Яскевич, О.Л. Москаленко

***Цель.** Изучение конституциональных особенностей вариантов ремоделирования левого желудочка (ЛЖ) у женщин с артериальной гипертонией (АГ), ранее проживавших в условиях Заполярья.*

***Материалы и методы.** В исследовании приняло участие 362 женщины с АГ. В основную группу вошла женщины с АГ, ранее проживавшие в условиях Заполярья – 181 человек. Использовалась стандартная методика антропометрического исследования с последующим определением конституциональных типов, а также определение типов геометрического ремоделирования ЛЖ по данным ультразвукового исследования сердца.*

***Результаты.** Выявлены конституциональные особенности частоты неблагоприятных типов ремоделирования у женщин обследованных групп. Наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 89,5% обследованных с АГ, бывших жительниц Заполярья и у 93,7% женщин с АГ, постоянно проживающих в г. Красноярске. При этом, как среди женщин Заполярья, так и среди женщин г. Красноярска, наиболее часто встречающимся типом геометрии ЛЖ была концентрическая гипертрофия ЛЖ (КГЛЖ): 62,2% и 63,0%. Установлено, что КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах у женщин с АГ, как у жительниц Заполярья, так и у постоянно проживающих в г. Красноярске.*

***Заключение.** Установлено, что КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах у женщин с АГ обеих групп. Нормальная геометрия ЛЖ чаще отмечалась у женщин Заполярья неопределенного, а среди женщин г. Красноярска – мегалосомного типа конституции.*

***Ключевые слова:** артериальная гипертония; ремоделирование миокарда левого желудочка; конституциональный тип; Крайний Север*

Для цитирования. Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. Конституциональные особенности вариантов ремоделирования левого желудочка у женщин с артериальной гипертензией ранее проживавших в условиях Заполярья // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 41-58. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-41-58

CONSTITUTIONAL FEATURES OF LEFT VENTRICULAR REMODELING OPTIONS IN WOMEN WITH ARTERIAL HYPERTENSION WHO PREVIOUSLY LIVED IN THE ARCTIC REGION

R.A. Yaskevich, O.L. Moskalenko

Purpose. To study the constitutional features of left ventricular (LV) remodeling options in women with arterial hypertension (AH) who previously lived in the Arctic region.

Materials and methods. The study involved 362 women with hypertension. The main group included 181 women with hypertension who had previously lived in the Arctic. We used the standard method of anthropometric research with the subsequent determination of constitutional types, as well as the determination of the types of geometric remodeling of the LV according to the ultrasound examination of the heart.

Results. The constitutional features of the frequency of unfavorable types of remodeling in women of the surveyed groups revealed. The presence of LV remodeling revealed in 89.5% of those examined with hypertension, former residents of the Arctic and in 93.7% of women with hypertension, permanently residing in Krasnoyarsk. At the same time, both among women in the Arctic and among women in Krasnoyarsk, the most common type of LV myocardial geometry was concentric LV hypertrophy: 62.2% and 63.0%. It found that LV concentric hypertrophy was more common in all constitutional types in women with hypertension, both in residents of the Arctic and in permanent residents of Krasnoyarsk.

Conclusion. It found that LV concentric hypertrophy was more common in all constitutional types in women with AH in both groups. Normal LV geometry more often observed in women of the Polar region of an indefinite constitutional type, and among women in Krasnoyarsk – a megalosomal type.

Keywords: arterial hypertension; left ventricular myocardial remodeling; constitutional type; Far North

For citation. *Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Constitutional Features of Left Ventricular Remodeling Options in Women with Arterial Hypertension Who Previously Lived in the Arctic Region. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 41-58. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-41-58*

Введение

Артериальная гипертония (АГ) является наиболее широко распространенным заболеванием из числа хронических неинфекционных заболеваний не только в мире [24, с. 3232-3245; 25, с. 3021-104], но и на территории РФ [17, с. 138; 23, 596]. Немаловажную роль имеет изучение особенностей формирования и клинического течения АГ в условиях высоких широт [12, с. 43-51; 21, с. 337-339; 23, 596]. Известно, что независимым предиктором заболеваемости и смертности от ССЗ является масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ) [5, с. 62-72; 6, с. 570-580], Также установлено, что из компонентов массы тела, наиболее тесно связана с гипертрофией левого желудочка (ГЛЖ) её жировая [16, с. 84-103] и мышечная составляющие [20, с. 526-533].

Имеются данные о том, что определённое внешнее строение тела человека может соответствовать не только определенному внутреннему его строению, но и анатомо-физиологическим особенностям сердца и сосудов [2, с. 26-46; 7, с. 90-94; 9, с. 10-14; 16, с. 84-103]. Считается, что независимо от наличия или отсутствия АГ, ожирение связано с увеличением ЛЖ, а масса тела была признана в качестве наиболее важного детерминирующего признака ММЛЖ [18, с. 921-925]. Поскольку гипертрофия ЛЖ независимо связана с общей заболеваемостью и смертностью, взаимосвязь между составом тела и структурой сердца имеет решающее значение для понимания влияния этого модифицируемого фактора риска на сердечно-сосудистую систему [22, с. e004396]. В связи с чем, в качестве мер по профилактики или уменьшения ГЛЖ рекомендовано снижение массы тела [19, с. 32].

Многочисленные исследования показывают, что проживание человека в гипокомфортных климатогеографических условиях в сочетании с антропогенной нагрузкой приводит к более интенсивному использованию и истощению адаптационных резервов организма [1, с. 142-144; 12, с. 43-51; 21, с. 337-339], а действие факторов внешней среды на организм человека отмечено в различии антропометрических параметров населения [10, с. 40-44; 13, с. электрон. ресурс]. Окружающая среда является основной движущей силой процесса видообразования [12, с. 43-51]. В результате

естественного отбора формируется адаптация к тем или иным климатогеографическим условиям, позволяющая организму при данных условиях существования быть более устойчивым [1, с. 142-144; 12, с. 43-51; 21, с. 337-339]. При этом, динамической силой естественного отбора является перестройка организма соответственно условиям внешней среды, а стабилизирующей – становление таких типов, в которых формообразование оказывается более защищенным от внешнего воздействия [1, с. 142-144; 12, с. 43-51]. В связи с чем большой интерес представляет изучение взаимосвязи конституциональных особенностей и вариантов ремоделирования ЛЖ у лиц с АГ, проживающих гипокомфортных климатогеографических условиях [15, с. 150-164].

Цель исследования – изучить конституциональные особенности вариантов ремоделирования ЛЖ у женщин с АГ, ранее проживавших в условиях Заполярья.

Материалы и методы

Для изучения частоты вариантов ремоделирования ЛЖ у женщин с АГ различных типов конституции, обследовано 362 пациентки женского пола, проходивших стационарное лечение в кардиологическом отделении НИИ медицинских проблем Севера – обособленном подразделении ФИЦ КНЦ СО РАН (НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН) г. Красноярска. В основную группу вошли женщины пришлого населения (европеоиды) с АГ II – III стадии (ESH/ESC, 2018) [25] – 181 человек, прибывшие из Заполярья (г. Норильск, широта: 69°21.21' с.ш.) на постоянное место жительства в Центральную Сибирь (г. Красноярск, широта: 56°1.1034' с.ш.) (медиана возраста – 67,0 [61,0; 74,0] лет), в группу сравнения женщины с АГ, постоянно проживающие в г. Красноярске – 181 человек (медиана возраста – 67,0 [60,0; 75,0] лет). Сравнимые группы по не имели различий по возрасту ($U=15737$; $Z=-0,6$; $p=0,518$). Все участвующие в обследовании пациентки давали письменное информированное согласие. Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами проведения исследований с участием человека Хельсинской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации (Declaration of Helsinki), пересмотр 2013 г. и было одобрено локальным этическим комитетом НИИ МПС ФИЦ КНЦ СО РАН.

Антропометрическое исследование проводилось по общепринятым правилам антропометрических измерений. Соматотипирование проводилось по методу Галанта И.Б. (1927) в модификации Чтецова В.П. с соавт. (1978) [7, с. 90-94].

Типы геометрического ремоделирования ЛЖ определяли по классификации Ganau A. с соавт. (1992), на основе определения индекса массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) и относительной толщины стенок ЛЖ (ОТС ЛЖ). Гипертрофию миокарда ЛЖ диагностировали при значениях ИММЛЖ 115 г/м² и более для мужчин и 95 г/м² и более для женщин. У пациентов с эксцентрической гипертрофией ЛЖ (ЭГЛЖ), концентрической гипертрофией ЛЖ (КГЛЖ) и концентрическим ремоделированием ЛЖ (КРЛЖ) геометрическая модель ЛЖ рассматривалась как патологическая.

Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием программы Statistica 6.0 № EXXR202F256520FAN10 («StatSoft», США). Количественные данные представляли в виде медианы Me и межквартильного диапазона [C₂₅; C₇₅], Статистическую значимость различий между группами при проверке нулевой гипотезы оценивали согласно критерию Манна-Уитни-Вилкоксона. Оценка сравнения качественных показателей проводилась с использованием критерия χ^2 (chi-square) Пирсона. Критический уровень статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принимали при 95% уровне значимости ($p \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение

На основании результатов проведенного антропометрического исследования женщины обеих групп были распределены по конституциональным типам (рис. 1). Среди женщин, жителей Заполярья, чаще определялся мегалосомный конституциональный тип – 65,70% (119 чел. из 181) ($p=0,001$), реже наблюдались лица с мезосомным типом конституции – 22,1% (40 чел. из 181), лептосомным – 7,2% (13 чел. из 181) и неопределенным – 5,0% (9 чел. из 181) соответственно (рис. 1).

Среди женщин, постоянно проживающих в г. Красноярске (39 чел.) также чаще встречался мегалосомный конституциональный тип 56,9% (103 чел. из 181) ($p=0,001$), реже мезосомный – 29,3% (53 чел. из 181), лептосомный – 8,3% (15 чел. из 181) и неопределенный – 5,5% (10 чел. из 181) (рис. 1) соответственно.

Полученные результаты согласуются с данными проведенных ранее исследований среди женщин г. Красноярска с АГ [14, электрон. ресурс] а также с результатами исследований Деревянных Е. В. с соавт. (2016) [3, с. 563-568] и Старчика Д. А. с соавт. (2015) [11, с. 44-48], согласно которым, самую многочисленную группу среди обследованных женщин составили представители мегалосомного типа конституции.

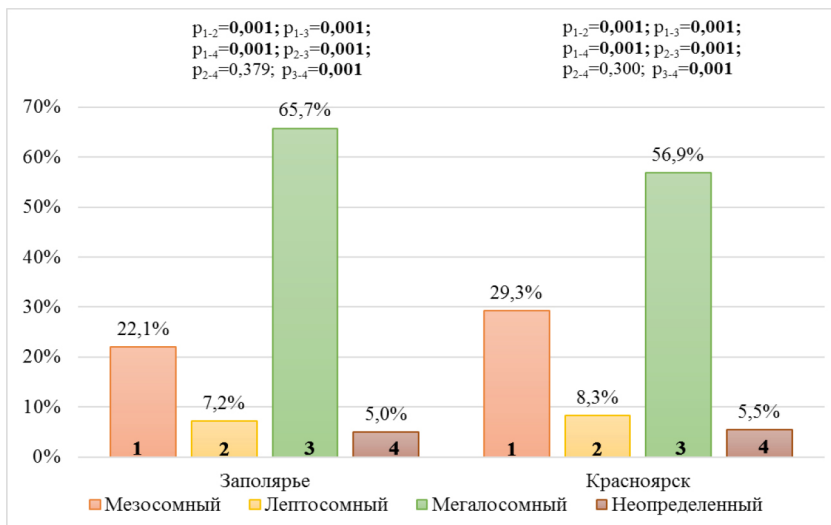


Рис. 1. Конституциональная характеристика обследуемых с АГ, бывших жителей Заполярья и г Красноярска

Установлено, что между собой обследуемые группы не имели статистически значимых различий по частоте изучаемых конституциональных типов: мезосомный тип – 22,1% vs 29,3% ($\chi^2=2,450$, $df=1$, $p=0,118$), лептосомный – 7,2% vs 8,3% ($\chi^2=2,450$, $df=1$, $p=0,118$), мегалосомный 65,7% vs 56,9% ($\chi^2=2,980$, $df=1$, $p=0,084$) и неопределенный – 5,0% vs 5,5% ($\chi^2=0,060$, $df=1$, $p=0,814$) тип конституции соответственно.

Проведен анализ уровней АД среди обследованных женщин обеих групп с АГ, различных конституциональных типов (табл.1). Установлено, что по уровням АД обследованные женщины, как Заполярья, так и г. Красноярска в зависимости от конституционального типа статистически значимых различий не имели.

Исходя из полученных данных ультразвукового исследования сердца, пациенты обеих групп с АГ были разделены на группы согласно классификации Ganau A. с соавт. (1992) (рис. 2).

Установлено, что у 10,5% (19 чел. из 181) женщин больных АГ, ранее проживавших в Заполярье, ИММЛЖ и геометрия ЛЖ соответствовали нормативным величинам. Более половины обследованных имели КГЛЖ – 60,2% (109 чел. из 181) ($p=0,001$), реже ЭГЛЖ – 21,0% (38 чел. из 181) и КРЛЖ – 8,3% (15 чел. из 181) соответственно.

Таблица 1.

Уровни артериального давления у женщин Заполярья и г. Красноярска с АГ, различных конституциональных типов

Соматотип	Заполярье		Красноярск		p
	1. САД	2. ДАД	3. САД	4. ДАД	
1. Мезосомный	153,5 [140; 165]	90 [85,5; 95]	150 [140; 160]	90 [80; 90]	$p_{1-3}=0,374$ $p_{2-4}=0,226$
2. Лептосомный	150 [145; 165]	90 [90; 95]	150 [150; 160]	90 [85; 100]	$p_{1-3}=0,927$ $p_{2-4}=0,818$
3. Мегалосомный	150 [140; 160]	90 [85; 90]	150 [140; 160]	90 [80; 95]	$p_{1-3}=0,785$ $p_{2-4}=0,748$
4. Неопределенный	140 [140; 160]	90 [90; 90]	160 [150; 170]	90 [80; 90]	$p_{1-3}=0,153$ $p_{2-4}=0,903$
<i>p (по столбцам)</i>	$p_{1-2}=0,508$; $p_{1-3}=0,486$; $p_{1-4}=0,990$; $p_{2-3}=0,231$; $p_{2-4}=0,616$; $p_{3-4}=0,702$	$p_{1-2}=0,975$; $p_{1-3}=0,110$; $p_{1-4}=0,230$; $p_{2-3}=0,292$; $p_{2-4}=0,301$; $p_{3-4}=0,529$	$p_{1-2}=0,201$; $p_{1-3}=0,470$; $p_{1-4}=0,631$; $p_{2-3}=0,387$; $p_{2-4}=0,618$; $p_{3-4}=0,928$	$p_{1-2}=0,620$; $p_{1-3}=0,636$; $p_{1-4}=0,204$; $p_{2-3}=0,605$; $p_{2-4}=0,390$; $p_{3-4}=0,079$	

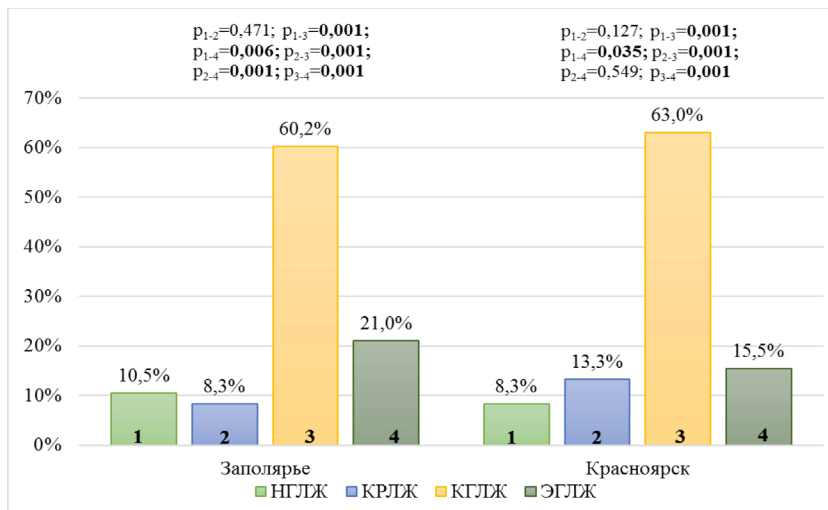


Рис. 2. Частота вариантов ремоделирования ЛЖ у обследуемых с АГ, бывших жителей Заполярья и г. Красноярска.

Примечание: НГЛЖ – нормальная геометрия ЛЖ, КРЛЖ – концентрическое ремоделирование ЛЖ, КГЛЖ – концентрическая гипертрофия ЛЖ, ЭГЛЖ – эксцентрическая гипертрофия ЛЖ.

Среди женщин с АГ, постоянно проживающих в г. Красноярске отмечалась подобная тенденция распределения типов ремоделирования ЛЖ. Более половины обследованных имели КГЛЖ – 63,0% (114 чел. из 181) ($p=0,001$), реже ЭГЛЖ – 15,5% (28 чел. из 181), КРЛЖ – 13,3% (24 чел. из 181) и нормальную геометрию ЛЖ (НГЛЖ) – 8,3% (15 чел. из 181) соответственно (рис. 2).

Установлено, что между собой обследуемые группы не имели статистически значимых различий по частоте типов ремоделирования ЛЖ: НГЛЖ – 22,1% vs 29,3% ($\chi^2=0,520$, $df=1$, $p=0,471$), КРЛЖ – 7,2% vs 8,3% ($\chi^2=2,330$, $df=1$, $p=0,127$), КГЛЖ 65,7% vs 56,9% ($\chi^2=0,290$, $df=1$, $p=0,589$) и ЭГЛЖ – 5,0% vs 5,5% ($\chi^2=1,850$, $df=1$, $p=0,173$) соответственно.

Таким образом наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 89,5% обследованных с АГ, бывших жительниц Заполярья и у 93,7% женщин с АГ, постоянно проживающих в г. Красноярске. При этом, как среди женщин Заполярья, так и среди женщин г. Красноярска, наиболее часто встречающимся типом геометрии миокарда ЛЖ была КГЛЖ: 62,2% и 63,0% соответственно.

Полученные результаты согласуются с данными ряда исследований, в которых изучались показатели структурно-функционального состояния миокарда у жителей высоких широт. Так, В. А. Кузнецовым с соавт. (2012), было показано, что у большинства пациентов, проживающих в условиях Крайнего Севера на севере и юге Тюменской области, определялась патологическая морфология миокарда ЛЖ [8, с. 29-32]. По данным И. Л. Запесочной с соавт. (2014), исходно в группе больных с АГ, работающих на Крайнем Севере в дневную смену, наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 62,7% и у 76,2% работающих в ночную смену [4, с. 30-33].

Изучена частота вариантов ремоделирования ЛЖ у женщин различных конституциональных типов с АГ, ранее проживавших в Заполярья (табл. 2).

Установлено, что КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах у женщин с АГ, ранее проживавших в Заполярье: при мезосомном конституциональном типе – 52,5%, при лептосомном – 69,2%, при мегалосомном – 63,0% и при неопределенном типе конституции – 44,4% соответственно, при этом различия имели статистическую значимость при мезосомном, лептосомном и мегалосомном типах конституции (табл. 2).

Также установлено, что НГЛЖ чаще, а КГЛЖ реже отмечалась у женщин Заполярья неопределенного типа конституции. Пациентки с неопределенным конституциональным типом не имели КРЛЖ. Практически с одинаковой частотой ЭГЛЖ встречалась при всех конституциональных типах у женщин Заполярья.

Таблица 2.

Частота встречаемости вариантов ремоделирования левого желудочка у женщин Заполярья с АГ, различных конституциональных типов

Тип ремоделирования	Конституциональный тип				p
	1. Мезосомный	2. Лептосомный	3. Мегалосомный	4. Неопределенный	
	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	
1. НГЛЖ	6 (15,0%)	0 (0,0%)	10 (8,4%)	3 (33,3%)	$p_{1-2}=0,008$; $p_{1-3}=0,189$; $p_{1-4}=0,252$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,071$; $p_{3-4}=0,017$
2. КРЛЖ	4 (10,0%)	1 (7,7%)	10 (8,4%)	0 (0,0%)	$p_{1-2}=0,142$; $p_{1-3}=0,028$; $p_{1-4}=0,032$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,309$; $p_{3-4}=0,001$
3. КГЛЖ	21 (52,5%)	9 (69,2%)	75 (63,0%)	4 (44,4%)	$p_{1-2}=0,018$; $p_{1-3}=0,001$; $p_{1-4}=0,001$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,153$; $p_{3-4}=0,001$
4. ЭГЛЖ	9 (22,5%)	3 (23,1%)	24 (20,2%)	2 (22,2%)	$p_{1-2}=0,059$; $p_{1-3}=0,001$; $p_{1-4}=0,023$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,644$; $p_{3-4}=0,001$
<i>p (по столбцам)</i>	$p_{1-2}=0,499$; $p_{1-3}=0,001$; $p_{1-4}=0,390$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,130$; $p_{3-4}=0,006$	$p_{1-2}=0,308$; $p_{1-3}=0,001$; $p_{1-4}=0,066$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,277$; $p_{3-4}=0,018$	$p_{1-2}=1,000$; $p_{1-3}=0,001$; $p_{1-4}=0,010$; $p_{2-3}=0,001$; $p_{2-4}=0,010$; $p_{3-4}=0,001$	$p_{1-2}=0,058$; $p_{1-3}=0,629$; $p_{1-4}=0,599$; $p_{2-3}=0,023$; $p_{2-4}=0,134$; $p_{3-4}=0,317$	

При изучении частоты вариантов ремоделирования ЛЖ у женщин с АГ различных конституциональных типов, постоянно проживающих в г. Красноярске (табл. 3) установлено, что, как и у женщин Заполярья, наиболее частым типом ремоделирования ЛЖ, независимо от типа конституции была КГЛЖ: при мезосомном конституциональном типе – 73,6%, при

лептосомном – 66,7,2%, при мегалосомном – 57,3% и при неопределенном типе конституции – 60% соответственно, при этом различия имели статистическую значимость при всех типах конституции.

Таблица 3.

Частота встречаемости вариантов remodelирования левого желудочка у женщин г. Красноярск с АГ, различных конституциональных типов

Тип remodelирования	Конституциональный тип				p
	1. Мезосомный	2. Лептосомный	3. Мегалосомный	4. Неопределенный	
	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	абс. (%)	
1. НГЛЖ	3 (5,7%)	1 (6,7%)	11 (10,7%)	0 (0,0%)	$p_{1-2}=0,283$; $p_{1-3}=\mathbf{0,003}$; $p_{1-4}=0,068$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,309$; $p_{3-4}=\mathbf{0,001}$
2. КРЛЖ	4 (7,5%)	1 (6,7%)	16 (15,5%)	3 (30,0%)	$p_{1-2}=0,156$; $p_{1-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{1-4}=0,683$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,296$; $p_{3-4}=\mathbf{0,001}$
3. КГЛЖ	39 (73,6%)	10 (66,7%)	59 (57,3%)	6 (60,0%)	$p_{1-2}=\mathbf{0,001}$; $p_{1-3}=\mathbf{0,008}$; $p_{1-4}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,300$; $p_{3-4}=\mathbf{0,001}$
4. ЭГЛЖ	7 (13,2%)	3 (20,0%)	16,5 (26,7%)	1 (10,0%)	$p_{1-2}=0,163$; $p_{1-3}=\mathbf{0,007}$; $p_{1-4}=\mathbf{0,022}$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,299$; $p_{3-4}=\mathbf{0,001}$
p (по столбцам)	$p_{1-2}=0,696$; $p_{1-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{1-4}=0,184$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,339$; $p_{3-4}=\mathbf{0,001}$	$p_{1-2}=1,000$; $p_{1-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{1-4}=0,283$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,283$; $p_{3-4}=\mathbf{0,010}$	$p_{1-2}=0,302$; $p_{1-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{1-4}=0,223$; $p_{2-3}=\mathbf{0,001}$; $p_{2-4}=0,849$; $p_{3-4}=\mathbf{0,001}$	$p_{1-2}=0,060$; $p_{1-3}=\mathbf{0,003}$; $p_{1-4}=0,305$; $p_{2-3}=0,178$; $p_{2-4}=0,264$; $p_{3-4}=\mathbf{0,019}$	

Также установлено, что ЭГЛЖ реже, а КРЛЖ чаще отмечалась у женщин г. Красноярск неопределенного типа конституции. Пациентки с неопределенным конституциональным типом не имели НРЛЖ. Частота ЭГЛЖ была выше среди женщин г. Красноярск с мегалосомным конституциональным типом.

При сравнительном анализе частоты вариантов ремоделирования ЛЖ между группами конституциональных типов женщин, выявлены статистически значимые различия по частоте КГЛЖ (52,5% vs 73,6% ($\chi^2=4,43$, $df=1$, $p=0,035$)) при мезосомном типе и НГЛЖ (33,3% vs 0,0% ($\chi^2=3,96$, $df=1$, $p=0,047$)) при неопределенном типе конституции.

Резюмируя вышеизложенное следует отметить, что проведенное исследование позволило выявить и количественно охарактеризовать распределение неблагоприятных типов ремоделирования ЛЖ у женщин, ранее проживавших в Заполярье и постоянно проживающих в г. Красноярске с АГ по конституциональным типам. Выявленные конституциональные особенности частоты неблагоприятных типов геометрии ЛЖ у женщин обследованных групп могут быть использованы для персонифицированной оценки сердечно-сосудистого риска.

Выводы

Наличие ремоделирования ЛЖ выявлено у 89,5% обследованных с АГ, бывших жительниц Заполярья и у 93,7% женщин с АГ, постоянно проживающих в г. Красноярске. При этом, как среди женщин Заполярья, так и среди женщин г. Красноярска, наиболее часто встречающимся типом геометрии миокарда ЛЖ была КГЛЖ: 62,2% и 63,0%.

Установлено, что КГЛЖ чаще встречалась при всех конституциональных типах у женщин с АГ, как у жительниц Заполярья, так и у постоянно проживающих в г. Красноярске. НГЛЖ чаще отмечалась у женщин Заполярья неопределенного конституционального типа, а среди женщин г. Красноярска – мегалосомного типа.

При сравнительном анализе частоты вариантов ремоделирования ЛЖ между группами конституциональных типов женщин, выявлены статистически значимые различия по частоте КГЛЖ (52,5% vs 73,6%) ($p=0,035$) при мезосомном типе и НГЛЖ (33,3% vs 0,0%) ($p=0,047$) при неопределенном типе конституции.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Коновалова Г.М., Ожева Р.Ш., Уракова Т.Ю. Воздействие внешних факторов на формирование адаптационных реакций организма человека // Новые технологии. 2010. № 2. С. 142-144.
2. Деревянных Е.В., Яскевич Р.А., Балашова Н.А., Москаленко О.Л. Распространенность избыточной массы тела среди женщин медицинских работников крупной клинической больницы города Красноярска // В мире

- научных открытий. 2016. № 7 (79). С. 26-46. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-7-2>
3. Деревянных Е.В., Яскевич Р.А., Балашова Н.А. Антропометрические особенности и компонентный состав массы тела у женщин медицинских работников с артериальной гипертонией // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 7-4. С. 563-568. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9875>
 4. Запесочная И.Л., Автандилов А.Г. Динамика показателей диастолической функции левого желудочка у больных с артериальной гипертонией на Крайнем Севере // Клиническая медицина. 2014. Т. 92, № 2. С. 30-33.
 5. Кандилова В.Н. Ремоделирование сердца и сосудов при артериальной гипертензии: роль сопутствующего ожирения // Клиницист. 2020. Т. 14, № 1-2. С. 62-72. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2020-14-1-2-62-72>
 6. Кедринская А.Г., Куприенко Н.Б., Образцова Г.И., Леонова И.А. Структурные изменения сердца и антропометрические маркеры ремоделирования миокарда при избыточной массе тела и ожирении у детей // Артериальная гипертензия. 2018. Т. 24, № 5. С. 570-580. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2018-24-5-570-580>
 7. Коган М.П., Филимонова Е.Э., Сорокин Е. Л., Кривко С.В. Возможности использования типологии морфофункционального строения организма человека в клинических исследованиях // Здоровоохранение Дальнего Востока. 2020. № 1 (83). С. 90-94.
 8. Кузнецов В.А., Бессонова М.И., Бессонов И.С. и др. Особенности ремоделирования левого желудочка у больных с сочетанием сахарного диабета и ишемической болезни сердца, проживающих на Крайнем Севере // Клиническая медицина. 2012. № 5. С. 28.
 9. Никитюк Д.Б., Николенко В.Н., Хайруллин Р.М. и др. Антропометрический метод и клиническая медицина // Журнал анатомии и гистопатологии. 2013. Т. 2, № 2. С. 10-14.
 10. Орлов С.А. Формирование морфотипов мужского населения на Тюменском Севере // Медицинская наука и образование Урала. 2009. Т. 10, № 3 (59). С. 40-44.
 11. Старчик Д.А. Конституционально-анатомические типы и их количественное представительство среди женщин зрелого возраста // Журнал анатомии и гистопатологии. 2015. Т. 4, № 4(16). С. 44-48. <https://anatomy.elpub.ru/jour/article/view/255>
 12. Хаснулин В.В., Воевода М.И., Хаснулин П.В., Артамонова О.Г. Современный взгляд на проблему артериальной гипертензии в приполярных и

- арктических регионах. Обзор литературы // Экология человека. 2016. №3. С. 43-51. <https://hum-ecol.ru/1728-0869/article/view/16934>
13. Чаплыгина Е.В., Аксенова О.А., Варганова О.Т. и др. Современные представления о конституции человека и ее значение для медицины // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14640>
 14. Яскевич Р.А. Антропометрические особенности и компонентный состав массы тела у женщин мигрантов Крайнего Севера с артериальной гипертонией // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24936>
 15. Яскевич Р.А., Москаленко О.Л. Особенности вариантов ремоделирования левого желудочка у мужчин мигрантов крайнего севера с артериальной гипертонией, различных конституциональных типов // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т. 12, № 5. С. 150-164. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-150-164>
 16. Яскевич Р.А., Повshedная О.Н., Москаленко О.Л. Структурно-функциональное состояние миокарда и типы гемодинамики у мужчин с артериальной гипертонией различных конституциональных типов // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т. 12, № 4. С. 84-103. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-4-84-103>
 17. Artyukhov I. P., Grinshtein Y. I., Petrova M. M. et al. Prevalence of arterial hypertension in the Krasnoyarsk Krai (Siberia, Russia) // BMC Cardiovasc. Disord. 2017. Vol. 17. P. 138. <https://doi.org/10.1186/s12872-017-0559-5>
 18. Britton K.A., Massaro J.M., Murabito J.M. et al. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality // J. Am. Coll. Cardiol. 2013. Vol. 62. N 10. P.921-925. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.027>
 19. Corden B., de Marvao, A., Dawes, T.J. et al. Relationship between body composition and left ventricular geometry using three dimensional cardiovascular magnetic resonance // J. Cardiovasc Magn Reson. 2016. Vol. 18. P. 32. <https://doi.org/10.1186/s12968-016-0251-4>
 20. Kim N.Y., Hong Y. M., Jung J. W. et al. The relationships of body mass index, waist-to-height ratio, and body fat percentage with blood pressure and its hemodynamic determinants in Korean adolescents: a school-based study // Korean J. Pediatr. 2013. Vol. 56. N 12. P. 526-533. <https://doi.org/10.3345/kjp.2013.56.12.526>
 21. Polikarpov L.S., Yaskevich R.A., Derevyannich E.V. et al. Readaptation of patients with arterial hypertension long-term residents of the Far North to new climatic conditions // International Journal of Circumpolar Health. 2012. Vol. 72, S 1. P. 337-339. <https://doi.org/10.3402/ijch.v72i0.22447>

22. Selvaraj S., Martinez E. E., Aguilar F. G. et al. Association of central adiposity with adverse cardiac mechanics: findings from the HyperGEN Study // *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2016. Vol. 9. N 6. P. e004396. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.115.004396>
23. Shurkevich N.P., Vetoshkin A.S., Gapon L.I., Gubin D.G. Structural changes in myocardium and 24-hour blood pressure profile in subjects with arterial hypertension studies during shift work in far north // *European Heart Journal*. 2018. Vol. 39, S 1. P. 596. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehy565.P2853>
24. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., Wickramasinghe K. et al. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016 // *Eur. Heart. J.* 2016. Vol.7, N 37(42). P. 3232-3245. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw334>
25. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH) // *European Heart Journal*. 2018. Vol. 39. N 33. P. 3021-104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>

References

1. Agadzhanian N.A., Konovalova G.M., Ozheva R.Sh., Urakova T.Yu. Vozdeystvie vneshnikh faktorov na formirovanie adaptatsionnykh reaktsiy organizma cheloveka [The impact of external factors on the formation of adaptive reactions of the human body]. *Novye tekhnologii* [New technologies], 2010, № 2, pp. 142-144.
2. Derevyannykh E.V., Yaskevich R.A., Balashova N.A., Moskalenko O.L. Rasprostranennost' izbytochnoy massy tela sredi zhenshchin meditsinskikh rabotnikov krupnoy klinicheskoy bol'nitsy goroda Krasnoyarska [Prevalence of overweight among female medical workers of a large clinical hospital in Krasnoyarsk]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2016, no. 7 (79), pp. 26-46. <https://doi.org/10.12731/wsd-2016-7-2>
3. Derevyannykh E.V., Yaskevich R.A., Balashova N.A. Antropometricheskie osobennosti i komponentnyy sostav massy tela u zhenshchin meditsinskikh rabotnikov s arterial'noy gipertoniey [Anthropometric features and component composition of body weight in women medical workers with arterial hypertension]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 7-4, pp. 563-568. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9875>

4. Zapesochnaya I.L., Avtandilov A.G. Dinamika pokazateley diastolicheskoy funktsii levogo zheludochka u bol'nykh s arterial'noy gipertoniey na Kraynem Severe [Dynamics of indicators of left ventricular diastolic function in patients with arterial hypertension in the Far North]. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical Medicine], 2014, vol. 92, no. 2, pp. 30-33.
5. Kandilova V. N. Remodelirovanie serdtsa i sosudov pri arterial'noy gipertenzii: rol' soputstvuyushchego ozhireniya [Remodeling of the heart and blood vessels in arterial hypertension: the role of concomitant obesity]. *Klinitsist* [Clinician], 2020, vol. 14, no. 1-2, pp. 62-72. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2020-14-1-2-62-72>
6. Kedrinskaya A.G., Kuprienko N.B., Obratsova G.I., Leonova I.A. Strukturnye izmeneniya serdtsa i antropometricheskie markery remodelirovaniya miokarda pri izbytochnoy masse tela i ozhirenii u detey [Structural changes in the heart and anthropometric markers of myocardial remodeling in overweight and obesity in children]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial hypertension], 2018, vol. 24, no. 5, pp. 570-580. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2018-24-5-570-580>
7. Kogan M.P., Filimonova E.E., Sorokin E.L., Krivko S.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya tipologii morfofunktional'nogo stroeniya organizma cheloveka v klinicheskikh issledovaniyakh [Possibilities of using the typology of the morphofunctional structure of the human body in clinical research]. *Zdravookhranenie Dal'nego Vostoka* [Healthcare of the Far East], 2020, no. 1(83), pp. 90-94.
8. Kuznetsov V.A., Bessonova M.I., Bessonov I.S. i dr. Osobennosti remodelirovaniya levogo zheludochka u bol'nykh s sochetaniem sakharnogo diabeta i ishemicheskoy bolezni serdtsa, prozhivayushchikh na Kraynem Severe [Features of left ventricular remodeling in patients with a combination of diabetes mellitus and coronary heart disease living in the Far North]. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical Medicine], 2012, no. 5, pp. 29-32.
9. Nikityuk D.B., Nikolenko V.N., Khayrullin R.M. i dr. Antropometricheskii metod i klinicheskaya meditsina [Anthropometric method and clinical medicine]. *Zhurnal anatomii i gistopatologii* [Journal of Anatomy and Histopathology], 2013, vol. 2, no. 2, pp. 10-14.
10. Orlov S.A. Formirovanie morfotipov muzhskogo naseleniya na Tyumenskoy Severe [Formation of morphotypes of the male population in the Tyumen North]. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala* [Medical science and education of the Urals], 2009, vol. 10, no. 3 (59), pp. 40-44.
11. Starchik D.A. Konstitutsional'no-anatomicheskie tipy i ikh kolichestvennoe predstavitel'stvo sredi zhenshchin zrelogo vozrasta [Constitutional-anatomical types and their quantitative representation among women of mature age]. *Zhur-*

- nal anatomii i gistopatologii* [Journal of Anatomy and Histopathology], 2015, vol. 4, № 4(16), pp. 44-48. <https://anatomy.elpub.ru/jour/article/view/255>
12. Khasnulin V.V., Voevoda M.I., Khasnulin P.V., Artamonova O.G. Sovremennyy vzglyad na problemu arterial'noy gipertenzii v pripolyarnykh i arkticheskikh regionakh. Obzor literatury [Modern view of the problem of arterial hypertension in the circumpolar and arctic regions. Literature review]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2016, no. 3, pp. 43-51. <https://hum-ecol.ru/1728-0869/article/view/16934>
 13. Chaplygina E.V., Aksenova O.A., Vartanova O.T. i dr. Sovremennyye predstavleniya o konstitutsii cheloveka i ee znachenie dlya meditsiny [Modern ideas about the human constitution and its importance for medicine]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, no. 5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14640>
 14. Yaskevich R. A. Antropometricheskie osobennosti i komponentnyy sostav massy tela u zhenshchin migrantov Kraynego Severa s arterial'noy gipertoniey [Anthropometric characteristics and component composition of body weight in women migrants of the Far North with arterial hypertension]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2016, no. 4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24936>
 15. Yaskevich R.A., Moskalenko O.L. Osobennosti variantov remodelirovaniya levogo zheludochka u muzhchin migrantov kraynego severa s arterial'noy gipertoniey, razlichnykh konstitutsional'nykh tipov [Features of variants of left ventricular remodeling in male migrants of the Far North with arterial hypertension, various constitutional types]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 5, pp. 150-164. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-150-164>
 16. Yaskevich R.A., Povshednaya O.N., Moskalenko O.L. Strukturno-funktsional'noe sostoyanie miokarda i tipy gemodinamiki u muzhchin s arterial'noy gipertoniey razlichnykh konstitutsional'nykh tipov [Structural and functional state of the myocardium and types of hemodynamics in men with arterial hypertension of various constitutional types]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 84-103. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-4-84-103>
 17. Artyukhov I.P., Grinshtein Y.I., Petrova M.M. et al. Prevalence of arterial hypertension in the Krasnoyarsk Krai (Siberia, Russia). *BMC Cardiovasc. Disord.*, 2017, vol. 17, p. 138. <https://doi.org/10.1186/s12872-017-0559-5>
 18. Britton K. A., Massaro J. M., Murabito J. M. et al. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2013, vol. 62, no. 10, pp. 921-925. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.06.027>

19. Corden B., de Marvao, A., Dawes, T.J. et al. Relationship between body composition and left ventricular geometry using three dimensional cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc Magn Reson.*, 2016, vol. 18, p. 32. <https://doi.org/10.1186/s12968-016-0251-4>.
20. Kim N. Y., Hong Y. M., Jung J. W. et al. The relationships of body mass index, waist-to-height ratio, and body fat percentage with blood pressure and its hemodynamic determinants in Korean adolescents: a school-based study. *Korean J. Pediatr.*, 2013, vol. 56, no. 12, pp. 526-533. <https://doi.org/10.3345/kjp.2013.56.12.526>
21. Polikarpov L.S., Yaskevich R.A., Derevyannich E.V. et al. Readaptation of patients with arterial hypertension long-term residents of the Far North to new climatic conditions. *International Journal of Circumpolar Health*, 2012, vol. 72, S. 1, pp. 337-339. <https://doi.org/10.3402/ijch.v72i0.22447>
22. Selvaraj S., Martinez E.E., Aguilar F.G. et al. Association of central adiposity with adverse cardiac mechanics: findings from the HyperGEN Study. *Circ. Cardiovasc. Imaging*, 2016, vol. 9, no. 6, e004396. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.115.004396>
23. Shurkevich N.P., Vetoshkin A.S., Gapon L.I., Gubin D.G. Structural changes in myocardium and 24-hour blood pressure profile in subjects with arterial hypertension studies during shift work in far north. *European Heart Journal*, 2018, vol. 39, S 1, p. 596. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehy565.P2853>
24. Townsend N., Wilson L., Bhatnagar P., Wickramasinghe K. et al. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016. *Eur. Heart. J.*, 2016, vol. 7, no. 37(42), pp. 3232-3245. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw334>
25. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH). *European Heart Journal*, 2018, vol. 39, no. 33, pp. 3021-104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Яскевич Роман Анатольевич, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней и терапии, ведущий научный сотрудник группы патологии сердечно-сосудистой системы, кандидат медицинских наук, доцент *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»*; *Федеральное государственное бюджетное образовательное*

учреждение высшего образования «КрасГМУ им. проф. Ф.В. Войно-Ясенецкого» МЗ РФ
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация; ул. Партизана Железняка, 1а, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
cardio@impn.ru

Москаленко Ольга Леонидовна, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»
ул. Партизана Железняка, 3г, г. Красноярск, 660022, Российская Федерация
gre-ll@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Roman A. Yaskевич, Associate Professor at Department of Propedeutics of Internal Diseases and Therapy, Leading Researcher of the Group Pathology of the Cardiovascular System, Candidate of Medical Science, Docent *Scientific Research Institute of medical problems of the North; Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenezkiy*
3g, P. Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation; 1a, P. Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
cardio@impn.ru

Olga L. Moskalenko, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences *Scientific Research Institute of medical problems of the North*
3g, P. Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation
gre-ll@mail.ru

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-59-74

УДК 616.-002.1: 616-008.3/5

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ И СТРУКТУРА ПАЦИЕНТОВ С COVID-19 В РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ В 2020 ГОДУ

О.В. Штыгашева, Е.С. Агеева, К.В. Пронькина, З.Ю. Пузакова

В марте 2020 г. число случаев заболевания COVID-19 в мире увеличилось в 13 раз, а число пораженных вирусом стран – втрое. В течение года от пандемии COVID-19 пострадали все страны мира, однако эпидемический процесс имеет популяционные особенности.

***Цель.** Оценить в Республике Хакасия показатели заболеваемости и летальности пациентов с COVID-19, структуру пациентов по полу и возрасту, инфицированных SARS-CoV-2, за 2020 год.*

***Материалы и методы.** Проведен анализ показателей заболеваемости и летальности генеральной совокупности пациентов с COVID-19 за 2020 год в республике. Для статистической обработки результатов исследования применяли пакет прикладных программ Statistica 8.0.*

***Результаты.** В 2020 году в Республике Хакасия зарегистрировано 17552 случаев COVID-19. В течение года сформировалось два периода роста численности инфицированных: в марте-августе (первая волна) и в сентябре-декабре (вторая волна). В период 1-й волны диапазон подъема заболеваемости составил от 0,2 до 180,4 на 100 тыс. населения. В декабре зафиксирована заболеваемость 2646,1 на 100 тыс. населения, превышающая аналогичный показатель в России в 1,8 раза. Отмечено три пиковых значения коэффициента леталь-*

ности: в апреле – 3,1%, июле – 1,8%, декабре – 2,4%. Доля летальных исходов возрастает пропорционально возрасту. Пул умерших пациентов старше 50 лет в 7,64 раз превосходит пул пациентов моложе 50 лет. В период 60–69 лет фиксируется максимальная смертность: доля умерших в этой группе в 3,7 раз больше, чем в возрасте 50–59 лет, в 10,6 раз больше, чем в группе 40–49 лет и в 74 раза больше, чем в группе пациентов до 40 лет. Между заболевшими мужчинами и женщинами зафиксирован паритет в соотношении 0,99:1,0.

Заключение. Изучение эпидемиологических особенностей и признаков манифестации заболевания представляют приоритетные направления мирового здравоохранения.

Ключевые слова: COVID-19, Республика Хакасия, заболеваемость, летальность

Для цитирования. Штыгашева О.В., Агеева Е.С., Пронькина К.В., Пузакова З.Ю. Эпидемиологические тренды и структура пациентов с COVID-19 в Республике Хакасия в 2020 году // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 59-74. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-59-74

EPIDEMIOLOGICAL TRENDS AND STRUCTURE OF COVID-19 PATIENTS IN THE REPUBLIC OF KHAKASSIA IN 2020

O. V. Shtygasheva, E. S. Ageeva, Ks. V. Pronykina, Z. Yu. Puzakova

Background. In March 2020, the number of COVID-19 cases in the world increased 13 times, and the number of countries affected by the virus tripled. During the year, all countries of the world were affected by the COVID-19 pandemic, but the epidemic process has population characteristics.

Purpose. To estimate the morbidity and mortality rates of patients with COVID-19 in the Republic of Khakassia, the structure of patients by sex and age infected with SARS-CoV-2 for 2020

Materials and methods. The incidence and mortality rates of the general population of patients with COVID-19 for 2020 in the republic has been analysed. For statistical processing of the results obtained, the Statistica 8.0 software package was used.

Results. The number of registered cases of COVID-19 in 2020 in the Republic of Khakassia was 17552. There are two conditional growth intervals in the number of infected people in March-August (first wave) and in September-December (second wave). During the 1st wave, the incidence rate increased from 0.2 to 180.4 per 100

thousand of the population. In December, the incidence exceeded the same indicator in Russia by 1.8 times (2646.1 per 100 thousand population). There were three peak values of the mortality rate: in April – 3.1%, in July – 1.8%, in December – 2.4%. The proportion of deaths increases with age. The highest mortality rate is recorded at the age of 50 years and older: the proportion of deaths in this group is 3.7 times higher than at the age of 50-59, 10.6 times more than in the group of 40-49 years and 74 times more than in the young age group (<40 years old). Among the patients of Khakassia, the ratio between men and women was 0.99: 1.0.

Conclusion. The study of the clinical and epidemiological features of the disease continues and is a priority in the development of world health.

Keywords: COVID-19, Republic of Khakassia, morbidity, mortality

For citation. Shtygasheva O.V., Ageeva E.S., Pronykina Ks.V., Puzakova Z.Yu. Epidemiological Trends and Structure of COVID-19 Patients in the Republic of Khakassia in 2020. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 59-74. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-59-74

Введение

В настоящее время человечество переживает пандемию COVID-19 (Coronavirus Disease 2019), обусловленную SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome 2) [2, 5]. Несмотря на противоэпидемические мероприятия, к середине марта 2020 г. число случаев COVID-19 за пределами Китая увеличилось в 13 раз, а число пораженных вирусом стран – втрое. Всемирная организация здравоохранения объявила о начале пандемии 11 марта 2020 г. Спустя несколько месяцев после дебютного сообщения о COVID-19, новая инфекция достигла масштабов глобальной чрезвычайной ситуации в области здравоохранения [3].

По состоянию на декабрь 2020 г. в мире насчитывалось 82,7 млн. случаев подтвержденной инфекции (3,16 млн. из них в Российской Федерации) более чем в 210 странах. Число летальных исходов составило 1,8 млн. случаев, в том числе 57019 – в России [3].

По мнению экспертов, фактическое число случаев COVID-19 во всем мире может быть значительно выше, чем документированное. К причинам диссонанса относят отсутствие повсеместной диагностики методом полимеразной цепной реакции. Кроме того, как показал опыт китайского регистра по COVID-19, около трети пациентов с характерной клинической и рентгенологической картиной могут иметь отрицательный результат тестирования на SARS-CoV-2 при заборе материала из верхних дыхательных путей [2], существуют и другие причины [13].

Появление COVID-19 поставило перед специалистами здравоохранения задачи, связанные с быстрой диагностикой и оказанием медицинской помощи больным. В настоящее время продолжается интенсивное изучение клинических и эпидемиологических особенностей заболевания, разработка новых средств его профилактики и лечения.

Цель исследования: оценить в Республике Хакасия показатели заболеваемости и летальности пациентов с COVID-19, структуру пациентов по полу и возрасту, инфицированных SARS-CoV-2, за 2020 год.

Материалы и методы исследования

Анализ официальных данных статистики из открытого доступа: Федерального регистра больных COVID-19 Минздрава России; Федеральной службы государственной статистики Управления Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва; интернет – ресурса для информирования населения по вопросам COVID-19 – стопкоронавирус.рф Правительства Российской Федерации [7].

Изучены показатели заболеваемости и летальности пациентов с COVID-19 в Хакасии за 2020 год (отношение числа умерших пациентов с COVID-19 к общему числу инфицированных за промежуток времени). Рассчитан интенсивный показатель (ИП), как отношение абсолютного числа пациентов к общей численности населения, умноженное на 10000. Калькуляция ИП произведена на основании отчетных данных Федеральной службы государственной статистики о численности населения регионов за 2020 год: Республика Хакасия – 534262 человека, Российская Федерация – 146748590 человек.

Статистическая обработка с помощью пакета прикладных программ Statistica 8.0 с применением непараметрических методов. Данные представлены в виде качественных и количественных переменных. Для оценки статистической значимости различий между группами использовался критерий Пирсона (χ^2), критический уровень значимости был принят при $p < 0,05$.

Результаты

В 2020 году в Республике Хакасия зарегистрировано 17552 случая COVID-19. В течение года сформировалось два условных интервала в динамике роста числа инфицированных: 1-я волна (март-август) и 2-я волна (сентябрь-декабрь). В период 1-й волны пандемии в Республике зарегистрировано 19,4% случаев инфицирования COVID-19, а в период

2-й волны в 4 раза больше – 80,6% случаев. В период 1-й волны отмечается плавный рост инфицирования, как по абсолютным показателям, так и по заболеваемости на 100 тыс. населения (с 0,2 до 180,4). После снижения числа больных в августе (в 1,7 раза), начинается 2-я волна. Пиковое значение инфицированных/заболевших достигнуто в декабре – это одна треть (31%) от всех зарегистрированных случаев COVID-19 в 2020 г. В период 2-й волны заболеваемость стремительно увеличивается со 108,4 на 100 тыс. населения (август) до 1029,4 на 100 тыс. населения (декабрь), Аналогичный показатель в РФ составил 588,5 на 100 тыс. населения. В начале 2020 года заболеваемость COVID-19 в Хакасии составляла 639,2 на 100 тыс. населения, уступая среднему показателю в РФ – 678,3 на 100 тыс. населения. К концу года заболеваемость в Хакасии в 1,8 раза превышала заболеваемость в РФ (2646,1 на 100 тыс. населения и 1474,6 на 100 тыс. населения, соответственно) (таблица 1).

Таблица 1.

**Динамика роста числа инфицированных SARS-CoV-2
и заболеваемость COVID-19 Республике Хакасия в 2020 г.**

Месяцы 2020 года		Число пациентов, инфицированных SARS-CoV-2 в месяц, % (n=случаи)	Заболеваемость COVID-19 (на 100 тыс. населения)	
			Республика Хакасия	Российская Федерация
1 волна	Март	0,006 (1)	0,2	1,6
	Апрель	1,32 (231)	43,2	70,9
	Май	4,17 (732)	137,1	203,9
	Июнь	5,17 (908)	169,9	164,9
	Июль	5,49 (964)	180,4	130,9
	Август	3,29 (579)	108,4	105,9
Всего		19,4 (3415)	639,2	678,3
2 волна	Сентябрь	5,50 (966)	180,8	123,3
	Октябрь	14,79 (2580)	482,9	301,1
	Ноябрь	29,06 (5102)	954,9	461,7
	Декабрь	31,27(5489)	1027,4	588,5
Всего		80,6 (14137)	2646,1	1474,6
Всего за год		100 (17552)		

При анализе структуры пациентов Республики Хакасия, инфицированных SARS-CoV-2 по полу, установлено: вирус одинаково часто поражает мужчин и женщин. В генеральной совокупности пациентов

COVID-19 в 2020 году соотношение мужчин и женщин сложилось, как 0,99:1 (49,7 и 50,3% соответственно). Тенденция сохраняется весь период 1-й и 2-й волны (таблица 2). При сравнении конечных точек периода 1-й волны (март – июль) заболеваемость среди мужчин повысилась с 0,2 до 91,7 на 100 тыс. населения, среди женщин с 0 до 88,7 на 100 тыс. населения. В августе фиксируется синхронное снижение показателей заболеваемости на 100 тыс. населения: до 53,7 у мужчин и 54,7 у женщин. В сентябре отмечается повышение заболеваемости, которое составило среди мужчин в 1,6 раза (510,8 на 100 тыс.), среди женщин – 1,7 раз (516,2 на 100 тыс., таблица 2).

Таблица 2.

**Структура пациентов, инфицированных SARS-CoV-2
в Республике Хакасия в 2020 году по полу**

Месяцы 2020 года	Число пациентов, инфицированных SARS-CoV-2				
	Общее число случаев (n)	% от числа случаев в месяц (n=количество человек)		Заболеваемость COVID-19 на 100 тыс. населения	
		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Март	1	100 (1)	0 (0)	0,2	0
Апрель	231	51,2 (118)	48,8(113)	22,1	21,2
Май	732	49,2 (360)	50,8 (372)	67,4	69,6
Июнь	908	49,7 (451)	50,3 (457)	84,4	85,5
Июль	964	50,1 (490)	49,9 (474)	91,7	88,7
Август	579	50,4 (292)	49,6 (287)	54,7	53,7
Сентябрь	966	48,1(464)	51,9 (502)	86,8	93,9
Октябрь	2580	50,4 (1300)	49,6 (1280)	243,3	239,6
Ноябрь	5102	49,8 (2541)	50,2 (2561)	475,6	479,4
Декабрь	5489	49,8 (2731)	50,2 (2758)	510,8	516,2
Всего	17552	49,7 (8728)	50,3 (8824)	1637,0	1647,8

Среди пациентов с COVID-19 в Республике Хакасия с марта по декабрь 2020 года наблюдается три пиковых значения коэффициента летальности: в апреле – 3,1%, июле – 1,8%, декабре – 2,4% (таблица 3). Минимальные показатели коэффициента летальности приходятся на 1-ю волну заболеваемости: в мае - 0,4% и в июне - 0,6%. При сравнении первой и второй волн, фиксируется рост средних показателей летальности на 100 тыс. населения в 6,3 раза (соответственно, 1,5 и 9,5 на 100 тыс. населения). Смертность на 100 тыс. населения по итогам года составила 45,3 (таблица 3).

Таблица 3.

**Показатели летальности среди заболевших COVID-19
в Республике Хакасия, 2020 г.**

Месяц	Число инфицированных, выявленных в месяц (n= число случаев)	Число летальных случаев (n=число случаев)	Смертность среди пациентов с COVID-19 на 100 тыс. населения	Коэффициент летальности (%)
Март	1	0	0	0
Апрель	231	7	1,3	3,1
Май	732	3	0,6	0,4
Июнь	908	5	0,9	0,6
Июль	964	17	3,2	1,8
Август	579	7	1,3	1,2
Сентябрь	966	9	1,7	0,9
Октябрь	2580	21	3,9	0,8
Ноябрь	5102	42	7,9	0,8
Декабрь	5489	131	24,5	2,4
Итого	17552	242	45,3	1,4

Согласно данным ВОЗ, в 2020 году тяжелое течение заболевания ассоциировано с возрастом у пациентов старше 60 лет и составляет до 80% летальных случаев, а летальность от COVID-19 варьирует от 0,2% (у людей моложе 39 лет) до 17,8% (у пациентов старше 80 лет).

Для оценки структуры пациентов COVID-19 с летальными исходами по возрасту, мы разделили генеральную совокупность умерших на шесть групп. Каждое десятилетие доля летальных исходов увеличивается. В возрасте до 40 лет зафиксирован один летальный случай, что соответствует 0,4% в общем пуле летальных исходов. В группе 40-49 лет летальных случаев было в 7 раз больше – 2,9% (7 случаев). Число умерших в возрасте 50-59 лет составило 8,3% (20 случаев), 60-69 лет – 30,6% (74 случая), 70-79 лет – 29,3% (71 случай).

В период 60-69 лет фиксируется максимальная смертность: доля умерших в этой группе в 3,7 раз больше, чем в возрасте 50-59 лет, в 10,6 раз больше, чем в группе 40-49 лет и в 74 раза больше, чем в группе пациентов младше 40 лет. В старшей группе (≥ 80 лет) доля летальных исходов близка к двум предшествующим возрастным периодам – 30,2% (73 случая). Критическим возрастом, когда вероятность летального исхода при COVID-19 увеличивается в геометрической прогрессии, мож-

но считать период после 50 лет. Пул умерших пациентов старше 50 лет увеличивается в 7,64 раз при сравнении с пулом пациентов в возрасте до 50 лет (таблица 4; рис. 1).

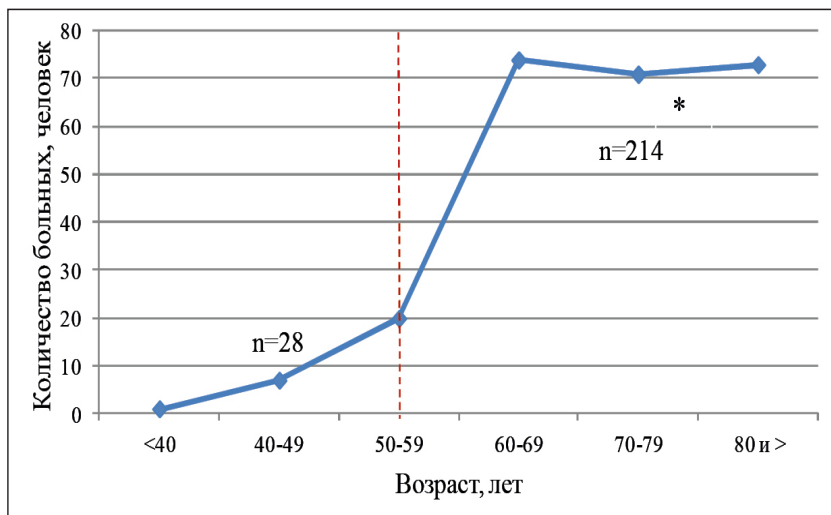


Рис. 1. Структура пациентов COVID-19 с летальными исходами по возрасту в Республике Хакасия, 2020 г.

Примечание. * – статистически значимые различий при сравнении показателей в возрастных периодах 40-49 лет и 70-79 лет, достоверность ($p < 0,05$).

В структуре летальных случаев ($n=242$) пациентов с COVID-19 в Хакасии в 2020 году, соотношение мужчин и женщин соответствовало 0,95:1,05 (118 мужчин, 124 женщины). Однако выявлены различия показателей летальности у женщин и мужчин, ассоциированные с возрастом (таблица 4).

Частота летальных исходов в возрасте 40-49 лет среди мужчин в 2,5 раза больше, чем среди женщин.

Соотношение умерших мужчин и женщин в возрасте 50-59 лет сложилось как 1,2:1, оно фактически выравнивается в 60-69 лет до 1,05:1,0. В тоже время, число летальных случаев увеличивается в сравнении с предшествующим периодом (40-49 лет) – среди мужчин 50-59 лет в 2,2 раза, 60-69 лет в 3,5 раза, а среди женщин аналогичного возраста, в 4,5 и в 4,0 раза. В возрасте 70-79 лет фиксируется тенденция к преобладанию летальных случаев среди женщин в сравнении с мужчинами в 1,3 раза, сохраняющаяся в возрасте ≥ 80 лет (таблица 4, рис. 2).

Таблица 4.

Структура пациентов COVID-19 с летальными исходами по полу и возрасту, в Республике Хакасия, 2020 г.

2020 год	Пол	Возраст, лет											
		<40		40-49		50-59		60-69		70-79		80 и >	
Летальные исходы у лиц каждого пола; всего (n=количество человек)													
Апрель	м	-	-	-	-	1	2	-	2	1	1	1	2
	ж	-	-	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-
Май	м	1	1	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-
	ж	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-
Июнь	м	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	-	2
	ж	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	2	-
Июль	м	-	-	-	-	2	3	2	5	1	3	3	6
	ж	-	-	-	-	1	-	3	2	2	3	3	-
Август	м	-	-	-	-	-	-	1	2	-	3	-	2
	ж	-	-	-	-	-	-	1	2	3	3	2	-
Сентябрь	м	-	-	-	-	1	1	3	4	2	3	-	1
	ж	-	-	-	-	-	-	1	4	1	3	1	-
Октябрь	м	-	-	-	-	-	1	4	10	4	6	-	4
	ж	-	-	-	-	1	-	6	2	2	4	4	-
Ноябрь	м	-	-	1	1	2	3	6	11	5	12	7	15
	ж	-	-	-	-	1	-	5	5	7	12	8	-
Декабрь	м	-	-	4	6	6	11	20	36	18	41	21	39
	ж	-	-	2	6	5	-	16	36	23	41	18	-
Всего	м	1	1	5	7	11	20	38	74	31	71	32	73
	ж	-	-	2	7	9	-	36	74	40	71	41	-

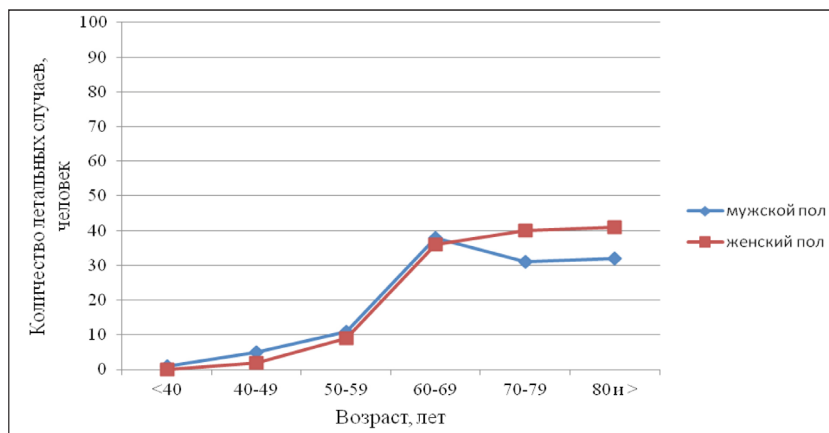


Рис. 2. Структура пациентов с COVID-19 с летальными исходами по полу и возрасту в Республике Хакасия, 2020 г.

Обсуждение результатов

Число заболевших COVID-19 в мире по данным ВОЗ составило 82,7 млн., умерших – 1,8 млн. чел (на 31 декабря 2020 г). Почти все страны мира пострадали от пандемии COVID-19, однако эпидемическая ситуация крайне неоднородная [4]. Максимальное число больных было в США (19,7 млн.), Индии (10,3 млн.), Бразилии (7,7 млн.). В Туркменистане в течение года не зарегистрировано случаев COVID-19. Минимальную заболеваемость и летальность связывают с исчерпывающими противоэпидемические меры в таких странах, как Сингапур – 57,9 тыс. случаев, Южная Корея – 25,5 тысяч, Тайвань – 54,9 тысяч, Япония – 94,5 тысяч [1].

Заболеваемость в Республике Хакасия была высокой и к концу года составила 2646,1 на 100 тыс. населения, превышая аналогичный показатель РФ в 1,8 раза (1474,6 на 100 тыс. населения).

В результате нашего исследования установлено, что летальность в Республике Хакасия была минимальной в 1-ю волну и увеличилась во 2-ю. Аналогичная тенденция была характерна для всей страны.

В Российской Федерации показатель летальности от инфекции, вызванной SARS-CoV-2 (по данным на 31 декабря 2020 г.) составляет 1,8%, в Китае – 2,3%, в США – 2,6%, в странах Европы – 3,2%. [18]. Один из самых высоких показателей смертности в мире регистрируется в Чили [15], где в течение первых двух месяцев эпидемии общий коэффициент летальности составил 1,2%, хотя был значительно ниже среднемирового уровня (6,5%) [9, 16].

Дифференцированные показатели летальности детерминированы рядом факторов. Согласно статистике ВОЗ, летальность от COVID-19 распределяется следующим образом: от 0,2% у людей моложе 39 лет до 17,8% у пациентов старше 80 лет [8]. Так высокая летальность в Италии частично объясняется большим количеством пожилого населения в стране. Среди умерших было больше пожилых людей в возрасте старше 60 лет и людей с хроническими болезнями [10].

Летальность определяется вариабельностью восприимчивости к инфекции и различиями в проявлении симптоматики в зависимости от возраста [11, 17]. Основной причиной летальных исходов является дыхательная недостаточность, развивающаяся на фоне ОРДС. Среди больных в критическом состоянии летальность составляет 49% [5]. ОРДС при COVID-19 диагностируют в среднем на 8-е сутки от начала болезни, при поступлении в отделения реанимации и интенсивной терапии частота ОРДС оставляет около 60% [4].

Осложнениями COVID-19, повышающими вероятность летального исхода, считаются ОДН, ОРДС (60% при поступлении в отделения реани-

нимации), острую сердечную недостаточность (8% от всех осложнений), присоединение вторичной инфекции (6-10%), острую почечную недостаточность (14-53%), септический шок (4-8%), кардиомиопатии (у 33% пациентов в критическом состоянии), ДВС-синдром (у 71% умерших) [6].

Известно, что вирус SARS-CoV-2 одинаково поражает мужчин и женщин, соотношение заболевших по полу составляет 1,06:1 [5]. В тоже время мужчины в 1,5 раза чаще умирают от COVID-19, а по данным Йельского университета, среди мужчин показатель смертельных исходов в 1,7 раз выше [12]. Эксперты объясняют половые различия показателей летальности поведенческими факторами и биологическими механизмами, особенно в отношении иммунного ответа. На неблагоприятные исходы COVID-19 влияют половые гормоны. Андрогены расширяют возможности для инфицирования клеток вирусом. Экспрессия генов, контролирующих врожденный иммунитет к вирусным инфекциям, у мужчин резко снижается в возрасте 62-64 лет, что на 6 лет раньше, чем у женщин. Хромосомные различия: хромосомы несут значительную часть генов, регулирующих иммунный ответ [14].

Заключение

Текущая пандемия COVID-19 значительно превосходит предыдущие вспышки SARS и MERS по общему числу зарегистрированных случаев и достигла масштабов глобальной чрезвычайной ситуации в области здравоохранения. По состоянию на декабрь 2020 г. во всем мире насчитывается 82,7 млн. случаев подтвержденной инфекции (в том числе 3,16 млн. – в Российской Федерации) более чем в 210 странах, 1,8 млн. летальных исходов (в том числе 57019 – в России). Абсолютное большинство новых случаев инфицирования выявляется за пределами Китая. Изучение клинических и эпидемиологических особенностей заболевания, понимание механизма смертности, разработка новых средств его профилактики и лечения, интенсивно продолжающиеся и в настоящее время, являются приоритетными направлениями развития мирового здравоохранения.

Список литературы

1. Баздырев Е.Д. Коронавирусная инфекция – актуальная проблема XXI века // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2020. №2. С. 6-16. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16>
2. Баклашев В.П., Кулемзин С.В., Горчаков А.А., Лесняк В.Н., Юсубалиева Г.М., Сотникова А.Г. COVID-19. Этиология, патогенез, диагностика и лечение // Клиническая практика. 2020. Т. 11, № 1. С. 7-20. <https://doi.org/10.17816/clinpract26339>

3. Белоцерковская Ю.Г. Романовских А.Г., Смирнов И.П. COVID-19: респираторная инфекция, вызванная новым коронавирусом: новые данные об эпидемиологии, клиническом течении, ведении пациентов // *Consilium Medicum*. 2020. Т. 22, №3. С. 12-20. <https://doi.org/10.26442/20751753.2020.3.200092>
4. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 10 (08.02.2021). М.: Минздрав РФ, 2021. 261 с. https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/054/588/original/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%9C%D0%A0_COVID-19_%28v.10%29-08.02.2021_%281%29.pdf
5. Горенков Д.В., Хантимирова Л.М., Шевцов В.А., Рукавишников А.В., Меркулов В.А., Олефир Ю.В. Вспышка нового инфекционного заболевания COVID-19: β -коронавирусы как угроза глобальному здравоохранению // *БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение*. 2020. Т. 20, №1. С. 6-20. <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2020-20-1-6-20>
6. Малиникова, Е. Ю. Новая коронавирусная инфекция. Сегодняшний взгляд на пандемию XXI века // *Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение*. 2020. №2 (33). С. 18-32. <https://www.lsgeotar.ru/ispolzovaniye-ekulizumaba-peresadke-pochek-detey.html>
7. Стопкоронавирус.рф - Официальный интернет-ресурс для информирования населения по вопросам коронавируса (COVID-19): сайт. Москва, 2021. <https://стопкоронавирус.рф> (дата обращения 11.01.2021).
8. Шамшева О.В. Новый коронавирус COVID-19 (SARS-CoV-2) // *Детские инфекции*. 2020. №1. С. 5-6. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2020-19-1-5-6>
9. Ministerio de Salud. Cifras Oficiales COVID-19 Santiago: Ministry of Health, Plan de Acción Coronavirus COVID-19. 2020. <https://www.gob.cl/coronavirus/cifrasoficiales/>
10. O'Driscoll M., Dos Santos G.R., Wang L., Cummings D.A.T., Azman A.S., Paireau J., Fontanet A., Cauchemez S., Salje H. Age-specific mortality and immunity patterns of SARS-CoV-2 // *Nature*. 2021. Vol. 590. P. 140-147. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2918-0>
11. Omori R., Matsuyama R., Nakata Y. The age distribution of mortality from novel coronavirus disease (COVID-19) suggests no large difference of susceptibility by age // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. P. 16642. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73777-8>
12. Peckham H., de Groot N.M., Raine Ch., Radziszewska A., Ciurtin C., Wedderburn L.R., Rosser E.C., Webb K., Deakin C.T. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ICU admission // *Nature Communications*. 2020. Vol. 11. P. 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19741-6>

13. Soneji S., Beltrán-Sánchez H., Yang J.W., MannSoneji C. et al. Population-level mortality burden from novel coronavirus (COVID-19) in Europe and North America // *Genus*. 2021. Vol. 77. P. 7 <https://doi.org/10.1186/s41118-021-00115-9>
14. Takahashi T., Iwasaki A. Sex differences in immune responses // *Science*. 2021. Vol. 371 (6527). P. 347-348. <https://doi.org/10.1126/science.abe7199>
15. Undurraga E.A., Chowell G., Mizumoto K., Undurraga et al. COVID-19 case fatality risk by age and gender in a high testing setting in Latin America: Chile, 2020 // *Infect. Dis. Poverty*. 2021. Vol. 10. P. 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00785-1>
16. World Health Organization. Coronavirus Disease (COVID-19) Outbreak Geneva: WHO. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
17. Wu, J. T. et al. Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan // *China. Nat. Med*. 2020. Vol. 26. P. 506–510. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0822-7>
18. Zhu N., Zhang D., Wang W., Li X., et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019 // *N. Engl. J. Med*. 2020. Vol. 382. P. 727-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>

References

1. Bazdyrev E.D. Koronavirusnaya infekciya - aktual'naya problema XXI veka [Coronavirus infection is an urgent problem of the XXI century]. *Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistykh zabolevanij* [Complex problems of cardiovascular diseases], 2020, no. 2, pp. 6-16. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16>
2. Baklaushev V.P., Kulemzin S.V., Gorchakov A.A., Lesnyak V.N., Yusubaliev G.M., Sotnikova A.G. COVID-19. Etiologiya, patogenez, diagnostika i lechenie [Etiology, pathogenesis, diagnosis and treatment]. *Klinicheskaya praktika* [Clinical practice], 2020, Vol. 11, no. 1, pp. 7-20. <https://doi.org/10.17816/clinpract26339>
3. Belocerkovskaya YU.G. Romanovskih A.G., Smirnov I.P. COVID-19: respiratornaya infekciya, vyzvannaya novym koronavirusom: novye dannye ob epidemiologii, klinicheskom techenii, vedenii pacientov [COVID-19: Respiratory Infection Caused by Novel Coronavirus: New Evidence on Epidemiology, Clinical Course, Patient Management]. *Consilium Medicum* [Consilium Medicum], 2020, vol. 22, no. 3, pp. 12-20. <https://doi.org/10.26442/20751753.2020.3.200092>
4. Vremennyye metodicheskie rekomendacii. Profilaktika, diagnostika i lechenie novej koronavirusnoj infekcii (COVID-19) [Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19)], Ver. 10 (08.02.2021). M.: Minzdrav RF, 2021, 261 p. <https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/054/588/original/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%B->

- C%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%9C%D0%A0_COVID-19_%28v.10%29-08.02.2021_%281%29.pdf
5. Gorenkov D.V., Hantimirova L.M., SHEvcov V.A., Rukavishnikov A.V., Merkulov V.A., Olefir YU.V. Vspyshka novogo infekcionnogo zabolevaniya COVID-19: β -koronavirusy kak ugroza global'nomu zdravoohraneniyu [Outbreak of new infectious disease COVID-19: β -coronaviruses as a threat to global health]. *BIOpreparaty. Profilaktika, diagnostika, lechenie* [BIOPreparations. Prevention, diagnosis, treatment], 2020, vol. 20, no. 1, pp.6-20. <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2020-20-1-6-20>
 6. Malinnikova E. Yu. Novaya koronavirusnaya infekciya. Segodnyashnij vzglyad na pandemiyu XXI veka [New coronavirus infection. Today's look at the 21st century pandemic], *Infekcionnye bolezni: Novosti. Mneniya. Obuchenie* [Infectious Diseases: News. Opinions. Education], 2020, no. 2 (33), pp. 18-32. <https://www.lsgeotar.ru/ispolzovaniye-ekulizumaba-peresadke-pochek-detey.html>
 7. Стопкоронавирус.рф - Official Internet resource for informing the population about the coronavirus (COVID-19). Moscow, 2021. <https://стопкоронавирус.рф>
 8. Shamsheva O. V. Novyj koronavirus COVID-19 (SARS-COV-2) [Novel coronavirus COVID-19 (SARS-COV-2)], *Detskie infekcii* [Childhood infections], 2020, no.1, pp. 5-6. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2020-19-1-5-6>
 9. Ministerio de Salud. Cifras Oficiales COVID-19 Santiago: Ministry of Health, Plan de Acción Coronavirus COVID-19. 2020. <https://www.gob.cl/coronavirus/cifrasoficiales/>
 10. O'Driscoll M., Dos Santos G.R., Wang L., Cummings D.A.T., Azman A.S., Paireau J., Fontanet A., Cauchemez S., Salje H. Age-specific mortality and immunity patterns of SARS-CoV-2. *Nature*, 2021, vol. 590, pp. 140-147. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2918-0>
 11. Omori R., Matsuyama R., Nakata Y. The age distribution of mortality from novel coronavirus disease (COVID-19) suggests no large difference of susceptibility by age. *Scientific Reports*, 2020, vol. 10, pp. 16642. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73777-8>
 12. Peckham H., de Grujter N.M., Raine Ch., Radziszewska A., Ciurtin C., Wedderburn L.R., Rosser E.C., Webb K., Deakin C.T. Male sex identified by global COVID-19 meta-analysis as a risk factor for death and ITU admission. *Nature Communications*, 2020, vol. 11, pp. 1-10.
 13. Soneji S., Beltrán-Sánchez H., Yang J.W., MannSoneji C. et al. Population-level mortality burden from novel coronavirus (COVID-19) in Europe and North America. *Genus*, 2021, vol. 77, pp. 7. <https://doi.org/10.1186/s41118-021-00115-9>
 14. Takahashi T., Iwasaki A. Sex differences in immune responses. *Science*, 2021, vol. 371 (6527), pp. 347-348. <https://doi.org/10.1126/science.abe7199>

15. Undurraga E.A., Chowell G., Mizumoto K., Undurraga et al. COVID-19 case fatality risk by age and gender in a high testing setting in Latin America: Chile, 2020. *Infect. Dis. Poverty*, 2021, vol. 10, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00785-1>
16. World Health Organization. Coronavirus Disease (COVID-19) Outbreak Geneva: WHO. 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
17. Wu, J. T. et al. Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan. *China. Nat. Med.*, 2020, vol. 26, pp. 506–510. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0822-7>
18. Zhu N., Zhang D., Wang W., Li X., et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N. Engl. J. Med.*, 2020, vol. 382, pp. 727-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Штыгашева Ольга Владимировна, д.м.н., профессор, профессор кафедры внутренних болезней

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

пр. Ленина, 92, г. Абакан, Республика Хакасия, 655000, Российская Федерация

olgashtygasheva@rambler.ru

Агеева Елизавета Сергеевна, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой биологии медицинской

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «КФУ им. В.И. Вернадского»

бульвар Ленина, 5/2, г. Симферополь, Республика Крым, 295051, Российская Федерация

ageevaeliz@rambler.ru

Пронькина Ксения Викторовна, ординатор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

пр. Ленина, 92, г. Абакан, Республика Хакасия, 655000, Российская Федерация

kсениya-pronkina@mail.ru

Пузакова Зинаида Юрьевна ординатор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

пр. Ленина, 92, г. Абакан, Республика Хакасия, 655000, Российская Федерация

zinaida_03031@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS**Olga V. Shtygasheva, MD, Professor, Professor, of the Internal Medicine**

Katanov Khakass State University

92, Lenin Str., Abakan, 655000, Russian Federation

olgashtygasheva@rambler.ru

SPIN-code: 8728-5741

ORCID: 0000-0002-5522-1148

Researcher ID: AAH-4894-2021

Scopus Author ID: 7801581479

Elizaveta S. Ageeva, MD, the head of the department of Medical Biology

V.I. Vernadsky Crimean Federal University

5/2, Lenin Str., Simpheropol, 295051, Russian Federation

ageevaeliz@rambler.ru

SPIN-code: 9958-7298

ORCID: 0000-0003-3770-2965

Researcher ID: Q-4704-2016

Scopus Author ID: 39361073400

Kseniya V. Pronykina, Resident in the specialty – Therapy

Katanov Khakass State University

92, Lenin Str., Abakan, 655000, Russian Federation

kseniya-pronkina@mail.ru

ORCID: 0000-0002-9715-3964

Zinaida Yu. Puzakova, Resident in the specialty – Therapy

Katanov Khakass State University

92, Lenin Str., Abakan, 655000, Russian Federation

zinaida_03031@mail.ru

ORCID: 0000-0001-8292-2460

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-75-98

UDC 316.64; 61; 574.2

SELF-PRESERVATION ATTITUDES OF YOUTH AND ADOLESCENTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC

I.N. Simaeva, A.O. Budarina

Purpose. *The study is aimed at the analysis of the fundamental structure, functions and self-preservation attitudes and manifestations in the behavior of youth and adolescents in human ecology-aware contexts during the COVID-19 pandemic.*

Background. *Against the backdrop of the COVID-19 pandemic, there has come up an insufficient psychological readiness of young people of many countries, including the Russian Federation, for self-preserving behavior under the threat of an infectious disease with high virulence. The results of the study make it possible to assess the possible risks and develop preventive measures for correcting the social orientation of youth and adolescents towards maintaining health among individuals and social groups of young people.*

Study Design. *The article presents the results of an empirical study of the cognitive, conative (stimulating) and emotional components of the self-preservation attitudes of adolescents and youth. It is shown how the latent dysfunction of the attitude towards maintaining health and impaired self-preservation behavior in the relatively safe period, manifests itself as a predisposition to the behavior that poses a threat to human health and survival during the COVID-19 pandemic. A comparative analysis of the structure, functions and phenomena of self-preservation attitudes of young people before and during the pandemic has been made based on empirical studies of the authors conducted in the Kaliningrad region of the Russian Federation within the period of 2010–2019.*

Participants. *600 respondents in the city of Kaliningrad and the Kaliningrad region were examined during the period of 10 years (2010–2019). They comprised secondary school children aged 12–16 (20%), and men (34%) and women (46%) being university and college students majoring in humanitarian and technical fields of study aged 18–24.*

Methods. *The authorial methodology “The Readiness for Self-Preservation Behavior” in comparison with the data analysis within the contexts of the COVID-19 pandemic which were available to access from the Internet, open global media sources, public records, and the official sources.*

Results. *The dysfunction and weakness of the self-preserving attitude is caused by the low level and inconsistency of the cognitive, conative (behavioral), emotional and evaluative components in the structure of the self-preserving attitude settings for different spheres of life in adolescents and students in the Kaliningrad region, as well as a lack of behavioral experience that strengthens the psychological disorientation of young people in the field of health preservation.*

Findings. *The low psychological readiness of young people to maintain health and display human the self-preserving behavior during the COVID-19 pandemic was manifested by irrelevant behavioral phenomena: the neglect of protective equipment and hygiene measures, as well as the open and veiled resistance to the self-isolation regime.*

Keywords: *attitudes; social attitude; self-preserving behavior; COVID-19 pandemic*

For citation. *Simaeva I.N., Budarina A.O. Self-Preservation Attitudes of Youth and Adolescents during the COVID-19 Pandemic. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 75-98. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-75-98*

САМОСОХРАНИТЕЛЬНЫЙ АТТИТЮД ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЕЖИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ

И.Н. Симаева, А.О. Бударина

Цель исследования: *анализ фундаментальной структуры, функций и установок и проявлений самосохранения в поведении молодежи и подростков в контексте экологии человека во время пандемии COVID-19. На фоне пандемии COVID-19 обозначилась недостаточная психологическая готовность молодых людей в многих странах, в том числе Российской Федерации, к самосохранительному поведению при угрозе инфекционного заболевания с высокой вирулентностью. Результаты исследования позволяют оценить возможные риски и разработать профилактические меры по коррекции социальной ориентации молодежи и подростков на сохранение здоровья среди отдельных лиц и социальных групп молодежи.*

Дизайн исследования: *представлены результаты эмпирического исследования когнитивного, эмоционально-оценочного и конативно-побудительного компонентов установок самосохранения подростков и молодежи. Показано, как латентная дисфункция аттитюда к сохранению здоровья и самосохранительного поведения в относительно безопасный период проявляется предрас-*

положенностью к поведению, представляющему угрозу здоровью и выживанию человека во время COVID-19 пандемии. На основе эмпирических исследований авторов, проведенных в Калининградской области Российской Федерации в период 2010–2019 гг., проведен сравнительный анализ структуры, функций и явлений самосохранительных установок молодежи до и во время пандемии.

База и выборка исследования. За 10 лет (2010–2019 гг.) было обследовано 600 респондентов в г. Калининграде и Калининградской области. В их число вошли подростки – учащиеся средней школы в возрасте 12–16 лет (20%), а также мужчины (34%) и женщины (46%), являющиеся студентами университетов и колледжей гуманитарных и технических специальностей в возрасте от 18 до 24 лет.

Методы. Авторская методика (опросник) «Готовность к самосохраняющему поведению» в сравнении с анализом открытых данных в контексте пандемии COVID-19 в сети Интернет, открытых глобальных источников СМИ, публичных записей и других официальных источников.

Результаты. Дисфункция и слабость самосохраняющей установки обусловлены низким уровнем и несогласованностью когнитивного, эмоционально-оценочного и конативного (побудительного) компонентов в структуре самосохранительного аттитюда в разных сферах жизнедеятельности подростков и студентов в Калининградской области, а также недостатком поведенческого опыта, усиливающего психологическую дезориентацию молодежи в области сохранения здоровья.

Выводы. Низкая психологическая готовность молодежи сохранять здоровье и проявлять самосохранительное поведение человека во время пандемии COVID-19 проявлялась неактуальными поведенческими явлениями: пренебрежением средствами защиты и гигиеническими мерами, а также открытым и завалуированным сопротивлением режиму самоизоляции.

Ключевые слова: аттитюд, социальная установка, самосохранительное поведение, эпидемия.

Для цитирования. Симаева И.Н., Бударина А.О. Самосохранительный аттитюд подростков и молодежи в период пандемии // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 75-98. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-75-98

Introduction

The problem of human ecology for ensuring human life, safety and health during the “attack” of an aggressive viral infection today is especially acute both on the population and the global scales. Meanwhile, humanity regularly faces

similar threats. Without delving far into the history of the Middle Ages and the ancient world, it is enough to recall an outbreak of the Spanish influenza in 1918, that killed more than 40 million people in a year, and to study the statistics of the subsequent strains being the Asian flu pandemics in 1957 and 1968, the swine influenza (H1N1) in 2009–2010, outbreaks of the Avian influenza (1997, 2003–2004, 2011–2013, etc.), the Ebola virus outbreaks in 1976, 2014–2016, as it becomes obvious that viral pandemics occur every 10–60 years [21]. Obvious questions arise: why, at the current level of development of sciences (virology, genetics, medicine, etc.), have not yet been found and developed preventive measures to forestall such serious threats? Why, with the powerful propaganda of restrictive measures and open operational information in the media and on the Internet about the conditions and risks, the severity of the disease and the high mortality rate during COVID-19 pandemic, do youth and adolescents neglect self-defense measures and commit acts that threaten their health and life itself?

In search of an answer to the first question, we studied the annual reports of the World Health Organization (WHO) and the main statistics on the state of health in the world over the past century [5; 9; 21]. They made it possible to identify some general systemic characteristics of pandemics, in which the ecological and psychological content is traced, and thereby to indicate the contribution of the human factor, in particular self-protective and health-risk behavior of young people, towards the spread of viral pandemics.

The first and most obvious characteristic is the global scale of distribution. Pandemics pose a threat to all individuals in the *Homo sapiens* population, who are vulnerable to disease regardless of race, socioeconomic status or other demographic characteristics. This circumstance is capable of both rallying the humanity in the face of danger, and destroying the balance of interaction between social groups, communities, states and international structures. A prime example of the latter is the attempts to attribute responsibility for the COVID-19 pandemic to the Chinese government and the World Health Organization. And, conversely, mutual assistance of different countries testifies the tendency to pool efforts, focus on universal human values and strive to support the ecological socio-psychological unity of people in a global crisis situation, regardless of political and economic relations.

The next distinguishing characteristics of pandemics are unpredictability and speed. Today, scientific methods of countering the transformation of zoonotic viruses into pathogenic strains for humans are not known for sure, therefore, modern virology cannot predict the onset and place of a pandemic. As a result, the sources are identified at a stage when a viral infection affects a large number of peo-

ple, and the spread of viruses is extremely high. If in past centuries they traveled from continent to continent by sea in 6-8 months, and during the year pandemics swept across the planet, affecting about a quarter of the total population, then in the 21st century international air traffic reduced this period to several hours, and the probability of predicting the direction of the next leap of the outbreak remains rather uncertain [9; 21]. The high rate of spread of the virus, combined with the uncertainty of the dynamics and direction of mobility of its carriers, is ahead of the inertial institutional mechanisms of medical and biological prevention of pandemics, which take time (according to various sources, from 2-3 months to 1.5–2 years) to develop treatment methods and vaccination.

Without diminishing the importance of national and international health care institutions, we believe that this circumstance brings to the fore the ecological role of the person themselves as a carrier of the virus, the specifics of their communication, sociocultural characteristics and socio-psychological characteristics, in particular, social attitudes and stereotypical behavioral patterns that determine behavior in a situation of high threat to yourself and other people. They can act as a barrier or contribute to the escalation of a viral infection. A very indicative confirmation is the paradoxical behavior of the chief infectious disease specialist, who brought the COVID-19 pandemic to the city of Stavropol in the Russian Federation and contacted a thousand people within three days [7].

The high rate of international and interregional spread of the virus indirectly entails a high psychological burden due to the high mortality rate, since the intense rise in incidence quickly depletes the institutional resources necessary for protection, and generates an additional number of deaths from various causes [9]. Moreover, in the context of a shortage of medical care and protective equipment, a recession in the economy and a decline in the quality of life, threats of default and ruin, the high mortality rate from the infection makes the negative psychological attitude of the population dominant for assessing the pandemic situation and creates conditions for panic. The triggers of panic behavior are primarily mentally unstable individuals with a labile psyche, neurotic disorders and phobias of various origins. On the eve of catastrophes or at the initial stage of crises, they provoke others to specific consumer behavior: a sharp increase in demand for any products or goods, which sometimes defies rational explanation. For example, the information about the shortage of food and hygiene items in all countries, which was repeatedly disseminated by the media and on the Internet, involved a fairly significant part of the population in panic irrational purchases [33; 34]. Such behavior serves as a psychological defense, since sublimation for a certain time creates the illusion of security.

However, the subsequent dynamics of the pandemic in European countries and Russia and the resulting restrictive measures exacerbate the contribution of the negative manifestations to the psychological state of individuals and entire social groups and communities, because there is a narrowing of the field and frequency of interpersonal, religious and professional contacts. The feeling of social isolation or, conversely, an excess of intimate communication in the family, activates another form of psychological protection being the unconscious repression of the threat of infection during external contacts. And no powerful propaganda of self-isolation on TV and in the media, on the Internet, keeps people at home. Thus, an analysis of statistics on Russians' compliance with the rules of self-isolation during the COVID 19 pandemic, according to the VTB Bank Press Service, showed that in the second week of self-isolation, Russians increased their spending on transport costs and beauty salons by more than 200% compared to the first week of the pandemic [22]. This was followed by an exponential increase in the number of the COVID 19 cases almost 5-7 days later, in particular in Moscow and other large cities [17].

Thus, the search for an answer to the second question clearly indicates that the mechanism of the spread of a viral pandemic has a distinct psychological component, which can become dominant in the development of ecological mechanisms of anti-epidemic measures and requires urgent research.

Methodology

The study of the psychological aspects of human behavior during a pandemic is quite difficult, publications on this topic are rare and are of an indicative character [9]. At the same time, a large number of multidirectional publications of national and international studies of health-related behavior are known. Most of them are devoted to particular phenomena of health preservation or self-preserving behavior: attitude to the health of individuals with different personal characteristics [24]; health culture of different social groups [20]; behavioral factors of health disorders in children and youth [12]; the relationship of health characteristics with socio-economic and demographic factors [4; 14], etc. These studies are predominantly interdisciplinary in nature [26; 29]. On the one hand, interdisciplinary is their advantage, since it allows expanding the subject field of both health psychology and human ecology as a whole. On the other hand, it creates methodological difficulties, since it blurs ideas about the initial principles and logic of research, provokes ambiguity and insufficient definition of the conceptual apparatus of health psychology and self-preservation behavior.

In our research, we rely on an adaptive model of healthy behavior, also in line with an interdisciplinary approach to human ecology. From the point of view of adaptation, the main criterion of health and self-preserving behavior awareness is the expedience of behavior for the survival of a person as a representative of the community and the entire population. We interpret self-preserving behavior, in the logic of I.V. Zhuravleva [24] and international scientists K. Glanz, B.K. Rimer, K. Viswanath [29], as well as R.J. DiClemente, R.A. Crosby, M.C. Kegler [26] as a system of actions (individual behavioral acts and/or behavioral patterns) that mediate the health and life expectancy of an individual. Behavioral patterns in this context are understood as stable patterns of behavior in relation to health or stereotypes of choice from the options that are available to a person, based on their socio-economic conditions and socio-cultural context of life.

However, we consider self-preserving attitudes differently as we take them outside the framework of a behavioral act, and present them as predictors and regulators of the system of self-preserving actions, a predisposition to act in a certain way. In a generalized form, the functions of the named attitude during a pandemic can be classified as follows. The *utilitarian (adaptive) function* lies in the fact that the self-preserving attitude serves as a tool for achieving the goals of maintaining health in conditions of the total risk of infection. In particular, it contributes to maintaining self-esteem of the adequacy of self-preserving behavior through social comparison with authoritative members of society or significant people. The *function of "knowledge efficiency"* consists of shaping a simplified view and a clear practical guide to self-preserving behavior in relation to objective circumstances (risks, restrictive measures, economic losses, etc.) and subjective inconveniences (psychological fatigue, anxiety, lack of interpersonal communication, etc.) during the period of the risks of infection. This function of attitude is important, since the situation of the pandemic has generated quite a lot of complex and not entirely clear phenomena, the specifics of which the average citizen is unable to understand. In such cases, people usually group them into broad categories and generalize the relationships within these indicative categories.

Self-preserving attitude is an adaptive simplification that allows an individual to "automatically" respond to health threats without thinking, or detailed analysis of the relevance and effectiveness of socially approved behaviors (e.g., the compliance with sanitary and hygienic provisions). Performing *expressive* and *ego-protective* functions, attitude links behavior with emotional satisfaction and self-affirmation, thereby supporting self-preserving

or justifying health-risk behavior and helping a person to cope with internal conflict arising from latent personality needs, possibly not related to health. The functions of utilitarianism and “knowledge efficiency” can be enhanced with the help of the media, television and the Internet. However, the latter two functions are not altered by the standard provision of the individual with additional information about the subject to which the attitude is directed. For example, hostility towards patients and carriers of the COVID 19 may arise, which grows for a self-protective reason and can become the basis for bullying [19]. The structure of the self-preserving attitude is presented in a classic composition of three components. The cognitive component includes the perception of health as an object of attitude, its conceptual connotation, cognitive schemas-perceptions about generally accepted norms of behavior in relation to health. The emotional-evaluative component of the attitude includes affective reactions (emotions, feelings, experiences) associated with the object of the attitude. This component deals with the feeling of pleasant or unpleasant behavior inherent in health care, and is responsible for the shaping of a prejudice to the object, or, on the contrary, its attractiveness. This component can be called the core of the attitude, since it determines the selection of modes of behavior practically without the participation of consciousness; cognitive and conative components are formed around it. The conative (potentially motivating) component of the self-preserving attitude contains motives, values, beliefs and other incentives for self-preserving behavior.

Despite the fact that in human ecology and even in psychological science the issue of the degree of influence of attitudes on human behavior is still debatable [12; 30], it seems to us that it is the study of attitudes that is productive in terms of developing mechanisms of self-preserving behavior during a period of massive threat to health and life. The fact is that social attitudes, including self-preserving ones, are usually assimilated by a person ready-made from the culture, which means they are sensitive to social instruments of influence [27; 28; 30]. According to the results of numerous studies, health behavior is more a consequence of the impact of culture, education and social structure of society, rather than personal motives and needs [1; 18; 31]. Our research in previous years also confirms that the internalized patterns of such behavior (the result of the impact of social values, norms and traditions) are much more stable than those generated by conscientious motives [15, p. 90, 191–228].

In critical circumstances, however, such a predisposition manifests itself most clearly and seems to be a sufficiently relevant subject for studying the origin of the phenomena of self-preservation or behavior risky to health. So, at

each stage of the pandemic, the influence of the socio-psychological characteristics of the population and the socio-cultural context on the effectiveness of anti-epidemic measures becomes more and more noticeable, such as assessment of the degree of threat, the level of trust in the country's leaders and specialists, ideas about the norms and rules of quarantine protocol and the desire to comply with them, the level of individual and collective responsibility, consistency of traditional and restrictive norms of contacts, etc.

As a result, restrictive measures in some countries led to a sharp decrease in incidence and mortality, while in others the situation in the first months practically got out of control, the statistics indicated an almost unhindered infection of a significant part of the population by the virus [9].

At the same time in Russia there was a relatively slow spread of the COVID-19 pandemic and a lower mortality rate [17]. Nevertheless, the restrictive measures imposed in Russia for the incubation period before the clinical evidence of the COVID-19 pandemic have to be constantly extended. In our opinion, this is due not only to the insufficient efficiency of the institutional mechanisms for combating the pandemic, although their role, of course, is decisive. It is due to a large extent by the peculiarities of the structure, functions and the corresponding phenomena of the psychological attitude of Russians to self-defense (self-preservation) of health, which had developed in the pre-pandemic period. Having at our disposal multi-year research on the structure and level of shaping self-preserving attitudes, which were carried out by scientists of Immanuel Kant Baltic Federal University (Kaliningrad, Russia) from 2010 to 2019, we show how dysfunction of attitudes towards health being latent in a relatively safe period manifested itself in the COVID 19 pandemic.

Study Design

An empirical study of the cognitive, conative (stimulating) and emotional components of the self-preservation attitude of adolescents and youth was carried out on the basis of educational institutions in Kaliningrad and the Kaliningrad region within the relatively safe period of 2010-2019, as well as during the pandemic in 2020-2021. 650 respondents were included in the sample, being males (44%) and females (56%) aged 12-24, including adolescents aged 12-16 (20%). All of them were students of humanitarian and technical fields of university training areas and college students in the city of Kaliningrad and the Kaliningrad region of the Russian Federation surveyed within the period of 2010-2021.

Research Methods

Self-preserving attitudes were diagnosed according to the original authorial technique “Readiness for self-preserving behavior” [15; p. 181–226]. The full version of the methodology is a set of 268 judgments characterizing: a) the phenomena of self-preserving behavior in different spheres of life (sanitation and hygiene in everyday life; mode of activity and rest; safety, self-regulation and responsibility for one’s health; self-help in case of a threat to health; self-preservation activity ; self-destructive activity; nutrition; sphere of sexual relations); b) attitude (attitude) to health and self-preservation behavior as a part of the cognitive, emotional-evaluative and conative (potentially motivating) components; c) some systemic dispositions regarding health (‘I regularly undergo preventive medical examinations’; ‘I go to doctors in case of emergency’). Statements are mainly focused on the diagnosis of the utilitarian function of attachment and its behavioral manifestations, including the observance of social norms regarding the preservation of health. Some of them seemed primitive and even caused bewilderment among the respondents in the pre-pandemic period, but today their significance in the structure of self-preservation has been revealed, for example: ‘After walk, after going to the bathroom and before meals you need to wash your hands’; ‘I wash my hands by soaping them twice’; ‘While sneezing, I cover my mouth with my hand’; ‘When visiting public places, a person with a cold must wear a mask’; ‘I try to avoid personal contacts with a person with a cold’; ‘If I feel bad, I don’t tell anyone about it’; ‘Self-medication is dangerous to health’, and others.

The behavioral component of the attitude is represented both directly by the phenomena of behavior (real, already performed actions), and by behavioral intentions – various expectations, aspirations, ambitions, action plans – everything that a person only intends to do in connection with health. Since the technique has the form of self-report, the assessment of the phenomena of the studied behavior is rather arbitrary, since intentions can not always be embodied in the real actions of a person, in their behavior. Some of the judgments characterize positively the components of the attitude and the phenomena of self-preserving behavior, that is, the linkages are forward. Others characterize the risk factors and the phenomena of self-destructive behavior, that is, the linkages are backward. The options for genders are different in wording for a number of statements. The respondents rated the degree of their agreements with each judgment on a 10-point scale (from -5 to +5). The levels of indicators are determined by expert assessments (from -5 to +1.5 being low; from +1.6 to +2.5 as medium and further on as high). The group of experts consisted of 27 specialists, including doctors and medical personnel of various specialist profiles, physical education teachers, psychologists and educators.

Results

Investigated comparison of diagnostic results during the entire study period did not reveal any significant differences in the structure of indicators in any age group.

Table 1.

Average indicators of shaping self-preserving attitudes and phenomena of self-preserving behavior in adolescents in points (the 2010–2019 period)

Scale	Males			Females		
	Assessment of *SPA Components					
	Average Score	Standard Deviation	Level	Average Score	Standard Deviation	*SPA Level
Cognitive Component	2,6	1,0	Medium	1,9	1,0	Medium
Emotional Component	1,1	1,2	Low	2,2	1,4	Medium
Conative Component	0,3	2,0	Low	0,1	0,9	Low
Phenomena of Self-Preserving Behaviour						
Skills and Abilities	1,8	1,2	Medium	1,8	1,0	Medium
Automatisms and Habits	0,5	1,0	Low	0,7	0,8	Low
Behavioral Experience	0,6	1,2	Low	-1,4	2,0	**Tendency to SDB
Systemic Dispositions	1,2	1,3	Low	1,6	1,8	Medium

*SPA – Self-Preserving Attitude

**SDB – Self-Destructive Behavior with regard to the threat to health

As we can see from Table 1, adolescents (male and female secondary and high school students) demonstrated a predominantly low level of shaping self-preservation attitude components and the corresponding behavioral phenomena. In the self-preserving attitude of males, the cognitive component is more strongly developed (middle level), while females possess more strongly developed cognitive and emotional components (middle level); the conative component of the attitude is less developed (in girls, the indicator is close to the border of motives for self-destructive behavior). Among the behavioral phenomena in adolescents, skills and abilities are the most developed (average level). The rest of the phenomena of self-preserving behavior are poorly shaped. The least developed component of behavior in males is automatisms and habits. The females showed an average level of development of systemic dispositions, but they did not possess positive behavioral experience in the health sector (the indicator had a negative value).

Table 2.

Assessment of self-preserving attitudes and phenomena of self-preserving behavior in adolescents in different spheres of life

Sphere	Males			Females		
	Average Score	Standard Deviation	SPA Level	Average Score	Standard Deviation	SPA Level
Mode of activity and rest	1,05	0,6	Low	1,3	0,8	Low
Sanitation and hygiene in the household	1,6	1,4	Medium	2,2	1,0	Medium
Food	1,2	0,8	Low	1,5	0,8	Low
Safety, self-regulation and health responsibility	1,8	0,6	Medium	2	0,8	Medium
Self help	1,4	1,0	Low	1,6	1,0	Medium
Self-preserving activity	0,2	0,9	Low	0,8	0,8	Low
Self-destructive activity	0,2	1,2	Low	0,1	1,2	Low
Sexual relationship	0,1	1,0	Low	0,8	1,4	Low

The analysis of shaping self-preserving attitudes and behavioral phenomena in adolescents in different spheres of life showed the medium level of shaping their attitudes in the field of sanitation and hygiene in everyday life, safety, self-regulation and responsibility for health, self-help (in boys, the last indicator is at a low level). The most problematic spheres were the indicators of attitudes and behavior in the sphere of self-preserving and self-destructive activity, as well as in the sphere of sexual relations (Table 2). The differences between males and females are not significant.

Table 3.

Average indicators of shaping self-preserving attitudes and phenomena of self-preserving behavior of university students in points (the 2010-2019 period)

Scale	Males			Females		
	Average Score	Standard Deviation	Level	Average Score	Standard Deviation	Level
Assessment of SPA Components						
Cognitive Component	1,7	1,0	Medium	1,8	1,4	Medium
Emotional Component	1,4	1,5	Low	2,0	1,4	Medium

End of a Table 3.

Conative Component	0,9	1,9	Low	0,9	1,6	Low
Phenomena of Self-Preserving Behaviour						
Skills and Abilities	2,2	0,3	Medium	2,1	1,6	Medium
Automatisms and Habits	0,7	1,0	Low	1,1	2	Low
Behavioral Experience	0,6	1,2	Low	-0,9	2	Tendency to SDB
Systemic Dispositions	0,6	0,8	Low	1,2	1,8	Low

Table 4.

Assessment of self-preserving attitudes and phenomena of self-preserving behavior in students in different spheres of life

Sphere	Males			Females		
	Average Score	Standard Deviation	Level	Average Score	Standard Deviation	Level
Mode of activity and rest	1,4	0,4	Low	1,6	1,3	Medium
Sanitation and hygiene in the household	1,6	0,2	Low	2,5	0,4	Medium
Food	0,8	1,0	Low	1,4	1,0	Low
Safety, self-regulation and health responsibility	1,8	0,7	Medium	2,1	0,9	Medium
Self help	2,3	1,2	Medium	1,6	1,2	Medium
Self-preserving activity	0,4	1,0	Low	0,5	1,0	Low
Self-destructive activity	0,5	1,4	Low	0,5	2,0	Low
Sexual relationship	0,8	1,0	Low	1,6	1,4	Medium

A relatively small sample of university students (N = 50) studying the Humanities were surveyed during the pandemic within the period of 2020-2021 (Fig. 1).

Calculations using the G-criterion rates did not reveal statistically significant shifts in indicators both in the structure of self-preservation attitudes and in the spheres of activities.

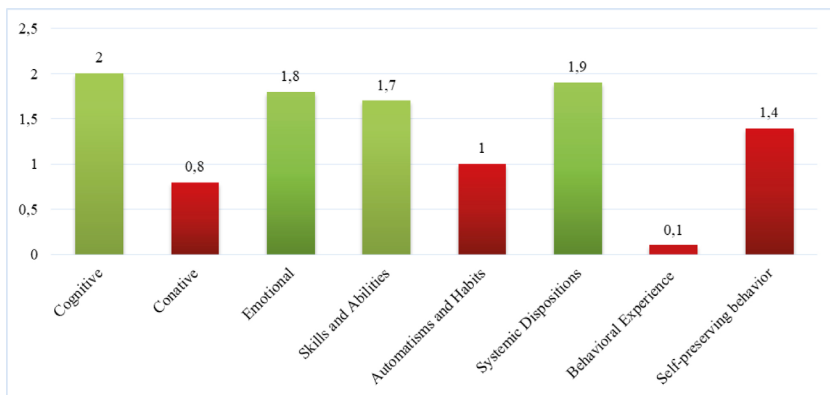


Fig. 1. Average indicators of components of self-preserving attitudes and phenomena of self-preserving behavior of university students in points during the pandemic in 2020-2021 (N = 50)

Discussions

Diagnostics of the structure and behavioral phenomena of self-preserving attitudes among students showed that they are poorly shaped, contain many contradictions, both within its individual components and between them. Relative to other components, the cognitive component looks more shaped, which indicates that adolescents and young people have certain (although often contradictory and incorrect) ideas in the field of health, awareness of ways to maintain it. At the same time, the motivation to stay healthy (the conative component of the attitude) is the weakest element. The imbalance in the relationship between the cognitive and emotional, and cognitive and conative components of the attitude creates contradictions within the attitude and makes it unstable.

As for the phenomena of self-preserving behavior in all age groups, the amount of positive behavioral experience is extremely insufficient, in the process of which habits, automatisms and skills, systemic dispositions in relation to health are shaped. At the same time, the input of self-destructive experience is very significant (Tables 1, 3). The most problematic from this point of view of development can be called the spheres of self-preserving and self-destructive activity, nutrition and the sphere of sexual relations. It should be noted that the average indicators in males in terms of sanitation and hygiene, sexual relations, sleep and rest regime are low, while among females they are at the average level. Against their background, the average level of indicators in the field of sanitation and hygiene at home, safety,

self-regulation and responsibility for health look less unfavorable (Tables 2, 4), but their level is not high.

Thus, our diagnostics in the 2010-2019 period a structural and meaningful disharmony of self-preserving attitudes found in adolescents and young people, which allows us to speak of a weak attitude towards maintaining health. It should be borne in mind that university students were surveyed, and degree holders, according to national and international data, have higher than the average population, indicators of life expectancy and, accordingly, the quality of health [13]. The absence or lack of personal experience and systemic dispositions in the field of healthy behavior in the presence of many other multidirectional factors (other dominant values of motives and needs, a low level of responsibility for one's own health, etc.) also do not contribute to a sustainable predisposition to act in the interests of health.

An empirical study within the period of 2020-2021, unfortunately, confirmed that even health threats did not cause significant changes in self-preservation attitudes in various spheres of activities among university students during the pandemic.

The consequences of a weak self-preserving attitude during a pandemic. Remaining latent in the pre-pandemic period, dysfunction of the self-preserving attitude did not cause much concern, despite the alarming tendencies in the ill-health of children and young people (the incidence of diabetes, “rejuvenation” of cardiovascular diseases, etc.) [23]. The validity of the diagnostic technique and the reliability of the data obtained were confirmed during the COVID-19 pandemic, when the dysfunction of self-preserving attitudes in young people and adults manifested itself in full and influenced the nature of self-preserving and health-risk behaviour. So, according to the Rospotrebnadzor (Federal Service for Supervision of Consumers Protection) data on the spread of infection, about 80% of cases were people aged 27–59, among whom there are more males than females (which is comparable with the results of our study and international statistics of the World Health Organization) [10; 16]. At the same time, according to Yandex, the self-isolation index constantly indicates the movement of a fairly large number of people in large cities during the period of restrictions [6]. We do not pretend to extrapolate our empirical data to the all-Russian sampling, since the Kaliningrad region is a relatively safe exclave region of the Russian Federation in terms of epidemic indicators, however, the emergence in some regions of mass phenomena of protest and health-risk behavior of hundreds of adults, after which an increase in the number of people infected with coronavirus in the region doubled, also indicates a low psychological readiness to maintain their own health and be responsible for it [3; 11].

Conclusion

The data on the incidence of the COVID-19 pandemic clearly highlight the problem of human ecology. In particular, the insufficient level of psychological readiness for self-preserving behavior of those who ten years ago were adolescents and young people, and today are young people and adults. The above average results of our long-term research of self-preserving attitude in general and in certain areas of life show that modern youth and adults are not ready for rational ecological behavior in terms of health. They have a weak self-preserving attitude. As a result, in the context of the COVID-19 pandemic, this attitude does not determine self-preservation behavior, i.e. does not fulfill its functions, as it does not participate in the selection and assessment of the reliability and significance of information related to risks to physical and mental health; it does not indicate the actual needs of the way of their safe satisfaction; it tolerates health-risk behavior. In our opinion, it was the low psychological readiness for self-preservation that led to behavioral phenomena that were irrelevant to the social situation, such as neglect of protective equipment and hygienic measures, open resistance to the self-isolation regime and other anti-epidemic measures in the form of protests, organization of mass events, entertainment parties; spreading rumors, gossip and other fake information on the Internet, which undermines trust in official sources of information and can (depending on the content) provoke both panic and underestimation of risks to public health, etc.

Massive propaganda of anti-epidemic measures in the media, on television and on the Internet increases awareness (part of the cognitive component), but in order to fully form a self-preserving attitude, such information must be associated with emotional satisfaction from following the rules and self-affirmation in order to justify economic losses or psychological discomfort that can be caused by a state of uncertainty, psychological fatigue, anxiety, lack or excess of interpersonal communication in a confined space. This will strengthen the emotional-evaluative component being the core of the social attitude. This is not to say that institutional mechanisms of influence on self-preserving behavior are powerless. However, the sociocultural and socio-psychological processes of shaping attitudes are very inert and must be fixed in personal experience in order to be integrated into the expressive and ego-protective functions of the attitude of an individual. Currently, they have given rise to two opposite phenomena: the active participation of young people in volunteering care for patients in medical institutions and at home [2] and, on the contrary, cases of hostility towards patients with COVID-19, their family members and violators of the self-isolation regime [8]. Since (according to virologists' estimates), about 45% of those infected will suffer from the disease

in a mild or asymptomatic form, the lack of personal experience and individual emotional-evaluative reactions of a large number of young people and adults will not allow the self-preserving attitude to become stronger and more influential than before the pandemic. Consequently, there is a need to revise and correct the practices of environmental education – shaping self-preserving behaviour of children, adolescents and youth for the purposeful interiorization of a full-fledged self-preserving attitude in the context of socialization. Today, by mid 2021, the COVID-19 pandemic has not been defeated. Institutional mechanisms are mobilized and work at the limit of their human and material and technical resources, containing the explosive nature of the spread of infection. The crisis situation has clearly shown that modern science is not yet able to predict the sources and location of epidemics, the scale of infection and the rate of spread of viruses on a global scale. This means developing preventive measures to forestall such serious threats. However, it is quite possible to set up barriers and localize the infection in a short period of time. The decisive factor in this situation is human ecology – the contribution of the human factor, in particular self-protective and health-risk behavior of people, to the spread of viruses. Unfortunately, the dynamics of the pandemic fully exposed the psychological unpreparedness of a significant part of the Russian population for life in a situation of real threat to health and survival. The appeal of the government and specialists to public awareness, regular information about the risks of the COVID-19 and even the introduction of sanctions could not fully ensure self-isolation, self-control and self-regulation of the behavior of both young and old. This is quite understandable given the structure and dysfunction of a weak self-preserving attitude analyzed above. It seems that the problem of developing more effective institutional and individual mechanisms of influence on shaping self-preservation attitudes in the process of socialization of children and youth acquires a new meaning and special relevance for social psychology and society as a whole.

References

1. Alishev B.S. Fundamental'nye sotsial'nye ustanovki i ikh sootnoshenie [Fundamental social attitudes and their relationship]. *Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki*, 2007, vol. 149, no. 1, pp. 46-60.
2. *Analitika volonterstva Rossii* [Analytics of volunteering in Russia]. <https://dobro.ru/analytics>
3. *Besporyadki vo Vladikavkaze: tysyachi lyudey sorvali samoizolyatsiyu pod rukovodstvom pevtsa. Vopreki real'nosti, sobravshiesya "ne veryat v korona-*

- virus” [Riots in Vladikavkaz: thousands of people thwarted self-isolation under the leadership of the singer. Contrary to reality, those gathered “do not believe in coronavirus”]. *Moskovskiy Komsomolets*. 20.04.2020. <https://www.mk.ru/politics/2020/04/20/besporiyadki-vo-vladikavkaze-tysyachi-lyudey-sorvali-samoizolyaciyu-pod-rukovodstvom-pevca.html>
4. Vangorodskaya S.A. Otnoshenie k smerti v sovremennom obshchestve: kul'turno-istoricheskie osobennosti i vliyanie na samosokhranitel'noe povedenie [Attitude towards death in modern society: cultural and historical characteristics and influence on self-preserving behavior]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Filosofiya. Sotsiologiya. Pravo*, 2019, vol. 44, no. 3, pp. 386-395. <https://doi.org/10.18413/2075-4566-2019-44-3-386-395>
 5. Gotovnost' i reagirovanie na chrezvychaynye situatsii [Preparedness and response to emergencies]. *Evropeyskiy portal informatsii zdravookhraneniya* [European Health Information Portal]. <https://gateway.euro.who.int/ru/themes/emergency-preparedness-and-response/stakeholders-projects/>
 6. VTB: rossiyanе v 3,5 raza uvelichili traty v salonakh krasoty na vtoroy nedele samoizolyatsii [VTB: Russians increased spending in beauty salons 3.5 times in the second week of self-isolation]. *VTB: novosti i press-relizy* [VTB: news and press releases]. 14.04.2020. <https://www.vtb.ru/o-banke/press-centr/novosti-i-press-relizy/2020/04/2020-04-14-vtb-rossiyane-v-3i5-raza-uvelichili-traty-v-salonakh-krasoty-na-vtoroy-nedele-samoizolyat/>
 7. Global'naya programma po grippu [Global influenza program]. World Health Organization. <https://www.who.int/news/item/11-03-2019-who-launches-new-global-influenza-strategy>
 8. Dmitrieva Yu.V. Samosokhranitel'noe povedenie kak uslovie sokrashcheniya smertnosti i uvelicheniya prodolzhitel'nosti zhizni [Self-preserving behavior as a condition for reducing mortality and increasing life expectancy]. *Narodonaselenie*, 2019, vol. 22, no. 3, pp. 93-101. <https://doi.org/10.24411/1561-7785-2019-00029>
 9. Zhuravleva I.V. *Otnoshenie k zdorov'yu individua i obshchestva* [Attitude towards the health of the individual and society]. M.: Nauka, 2006, 238 p.
 10. *Obshchaya zabolevaemost' naseleniya starshe trudospobnogo vozrasta (s 55 let u zhenshchin i s 60 let u muzhchin) po Rossii v 2018 godu. Statisticheskie materialy* [General morbidity of the population over the working age (from 55 years for women and from 60 years for men) in Russia in 2018. Statistical materials]. M.: Central Research Institute for Organization and Informatization of Healthcare of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2019, 195 p.
 11. Self-isolation index. <https://yandex.ru/company/researches/2020/podomam>

12. Raznosivshaya koronavirus infektsionist Stavropol'ya uvolena [The infectious disease specialist of Stavropol Territory, who carried the coronavirus, was dismissed]. *Interfax. Russian news*. 23.03.2020. <https://www.interfax.ru/russia/700537>
13. Kiberbulling pandemii: kak zhiteli Karelii kritikuyut vse, chto svyazano s Covid-19 [Cyberbullying of the pandemic: how residents of Karelia criticize everything related to Covid-19]. *KarelInform*. 01.05.2020. <http://karelinform.ru/article/general/01-05-2020/kiberbulling-pandemii-kak-zhiteli-karelii-kritikuyut-vse-chto-svyazano-s-covid-19>
14. Koronavirusnye infektsii [Coronavirus infections]. World Health Organization. <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/communicable-diseases/influenza/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-mers-cov>
15. *O podtverzhennykh sluchayakh novoy koronavirusnoy infektsii COVID-2019 v Rossii* [About confirmed cases of new coronavirus infection COVID-2019]. 30.04.2020. https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=14361
16. Onlayn statistika koronavirusa Covid-19 v Severnoy Osetii [Online statistics of the coronavirus Covid-19 in North Ossetia]. *Online map of the spread of coronavirus*. <https://coronavirus-monitor.ru/coronavirus-v-severnoy-osetii/>
17. Rean A.A. Pravosoznanie, pravovoe vospitanie i sotsial'nye ustanovki lichnosti [Legal awareness, legal education and social attitudes of the individual]. *Mezhdunarodnyy zhurnal psikhologii i pedagogiki v sluzhebnoy deyateli'nosti*, 2016, no. 1, pp. 36-41.
18. Simaeva I.N., Alimpieva A.V. *Okhrana zdorov'ya i obrazovanie. Institutional'nyy podkhod. Chast'2: monografiya* [Health care and education. Institutional approach. Part 2]. Kaliningrad: Baltic Federal University, 2011, 163 p.
19. Sredniy vozrast zabolevshikh koronavirusom i umerskh ot nego [Average age of patients with coronavirus and deaths from it]. *Online monitoring of coronavirus*. 03.06.2020. <https://coronavirus-monitoring.ru/info/vozrast-zabolevshih-koronavirusom/>
20. Стопкоронавирус.рф. Official Internet resource for informing the population about the coronavirus (COVID-19). <https://стопкоронавирус.рф>
21. Ugolovnoe delo mogut vzbudit' v Barnaule posle travli bol'noy koronavirusom [A criminal case can be initiated in Barnaul after the persecution of a patient with coronavirus]. *MK na Altae*. 04.04.2020. <https://brl.mk.ru/social/2020/04/04/ugolovnoe-delo-mogut-vzbudit-v-barnaule-posle-travli-bolnoy-koronavirusom.html>
22. Alishev B.S. et al. *Tsennosti i sotsial'nye ustanovki sovremennykh studentov: struktura i dinamika. Kollektivnaya monografiya* [Values and social attitudes of modern students: structure and dynamics]. Kazan, 2010, 239 p.

23. Shul'gin S.G., Zin'kina Yu.V., Shcherbov S.Ya. Ozhidaemaya prodolzhitel'nost' zhizni pozhilykh rossiyan v zavisimosti ot obrazovatel'nogo statusa [Life expectancy of elderly Russians depending on educational status]. *Demograficheskoe obozrenie*, 2018, vol. 5, no. 1, pp. 25-38. <https://doi.org/10.17323/demreview.v5i1.7708>
24. Shushunova T.N., Galich L.P. Samosokhranitel'noe povedenie kak vneekonomicheskii faktor sotsial'nogo samochuvstviya v zarubezhnoy sotsiologii [Self-preserving behavior as a non-economic factor of social well-being in foreign sociology]. *Vesti BDPU. Seryya 2. Gistoryya. Filasofiya. Palitalogiya. Satsyyalogiya. Ekanomika. Kul'turalogiya*, 2019, no. 1 (99), pp. 65-72.
25. Betsch C., Wieler L.H., Habersaat K. Monitoring behavioural insights related to COVID-19. *The Lancet*, 2020, vol. 395, iss. 10232, pp. 1255-1256. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30729-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30729-7)
26. DiClemente R.J., Crosby R.A., Kegler M.C. Emerging Theories in Health Promotion Practice research. 2nd Edition, Kindle Edition. 624 p.
27. Entner Wright B. R., Carver Ch., Scheier M. On the Self-Regulation of Behavior. *Contemporary Sociology*, 2000, vol. 29, no. 2, p. 386. <https://doi.org/10.2307/2654424>
28. Froming W., Walker G.R., Lopyan K.J. Public and private self-awareness: When personal attitudes conflict with societal expectations. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1982, vol. 18, no. 5, pp. 476-487. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(82\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0022-1031(82)90067-1)
29. Glanz K., Rimer B. K., Viswanath K. (Eds). Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice. Jossey-Bass; 5 edition, 2015, 490 p.
30. Howarth C., Voelklein S. A Review of controversies about social representations theory: a British debate. *Cult. Psychol.*, 2005, vol. 11, no. 4, pp. 431–454. <https://doi.org/10.1177/1354067X05058586>.
31. Miller L.E., Grush J.E. Individual differences in attitudinal versus normative determination of behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1986, vol. 22, no. 3, pp. 190–202. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(86\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0022-1031(86)90023-5)
32. Snyder M., Swann, W.B. When actions reflect attitudes: The politics of impression management. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1976, vol. 34, no. 5, pp. 1034–1042. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.34.5.1034>
33. Virus Outbreak Drives Italians to Panic-Buying of Masks and Food, Bloomberg.com (24 fevralya 2020). <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-02-24/virus-outbreak-drives-italians-to-panic-buying-of-masks-and-food>
34. Virus panic buying prompts toilet paper rationing in Australia. *CTVNews* (March 4, 2020). <https://www.ctvnews.ca/world/virus-panic-buying-prompts-toilet-paper-rationing-in-australia-1.4837956>

Список литературы

1. Алишев Б.С. Фундаментальные социальные установки и их соотношение // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2007. Т. 149, № 1. С. 46-60.
2. Аналитика волонтерства России. <https://dobro.ru/analytics>
3. Беспорядки во Владикавказе: тысячи людей сорвали самоизоляцию под руководством певца. Вопреки реальности, собравшиеся «не верят в коронавирус» // Московский Комсомолец. 20.04.2020. <https://www.mk.ru/politics/2020/04/20/besporyadki-vo-vladikavkaze-tysyachi-lyudey-sorvali-samoizolyaciyu-pod-rukovodstvom-pevca.html>
4. Вангородская С.А. Отношение к смерти в современном обществе: культурно-исторические особенности и влияние на самосохранительное поведение // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Философия. Социология. Право. 2019. Т. 44, № 3. С. 386-395. <https://doi.org/10.18413/2075-4566-2019-44-3-386-395>
5. Готовность и реагирование на чрезвычайные ситуации // Европейский портал информации здравоохранения. <https://gateway.euro.who.int/ru/themes/emergency-preparedness-and-response/stakeholders-projects/>
6. ВТБ: россияне в 3,5 раза увеличили траты в салонах красоты на второй неделе самоизоляции // ВТБ: новости и пресс-релизы. 14.04.2020. <https://www.vtb.ru/o-banke/press-centr/novosti-i-press-relizy/2020/04/2020-04-14-vtb-rossiyane-v-3i5-raza-uvelichili-traty-v-salonakh-krasoty-na-vtoroy-nedele-samoizolyat/>
7. Глобальная программа по гриппу // World Health Organization. <https://www.who.int/news/item/11-03-2019-who-launches-new-global-influenza-strategy>
8. Дмитриева Ю.В. Самосохранительное поведение как условие сокращения смертности и увеличения продолжительности жизни // Народонаселение. 2019. Т. 22, №3. С. 93-101. <https://doi.org/10.24411/1561-7785-2019-00029>
9. Журавлева И.В. Отношение к здоровью индивида и общества. М.: Наука, 2006. 238 с.
10. Общая заболеваемость населения старше трудоспособного возраста (с 55 лет у женщин и с 60 лет у мужчин) по России в 2018 году. Статистические материалы. М.: ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава Российской Федерации, 2019. 195 с.
11. Индекс самоизоляции. <https://yandex.ru/company/researches/2020/podomam>
12. Разносившая коронавирус инфекционист Ставрополя уволена // Интерфакс. Новости России. 23.03.2020. <https://www.interfax.ru/russia/700537>
13. Кибербуллинг пандемии: как жители Карелии критикуют все, что связано с Covid-19 // КарелИнформ. 01.05.2020. <http://karelinform.ru/article/>

- general/01-05-2020/kiberbulling-pandemii-kak-zhiteli-karelii-kritikuyut-vsechto-svyazano-s-covid-19
14. Коронавирусные инфекции // World Health Organization. <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/communicable-diseases/influenza/middle-east-respiratory-syndrome-coronavirus-mers-cov>
 15. О подтвержденных случаях новой коронавирусной инфекции COVID-2019 в России. 30.04.2020. https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=14361
 16. Онлайн статистика коронавируса Covid-19 в Северной Осетии // Онлайн карта распространения коронавируса. <https://coronavirus-monitor.ru/coronavirus-v-severnoy-osetii/>
 17. Реан А.А. Правосознание, правовое воспитание и социальные установки личности // Международный журнал психологии и педагогики в служебной деятельности. 2016. № 1. С. 36-41.
 18. Симаева И.Н. Охрана здоровья и образование. Институциональный подход. Часть 2: монография / Симаева И.Н., Алимпиева А.В. Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. 163 с.
 19. Средний возраст заболевших коронавирусом и умерших от него // Онлайн-мониторинг коронавируса. 03.06.2020. <https://coronavirus-monitoring.ru/info/vozzrast-zabolevshih-koronavirusom/>
 20. Стопкоронавирус.рф // Официальный интернет-ресурс для информирования населения по вопросам коронавируса (COVID-19). <https://стопкоронавирус.рф>
 21. Уголовное дело могут возбудить в Барнауле после травли больной коронавирусом // МК на Алтае. 04.04.2020. <https://brl.mk.ru/social/2020/04/04/ugolovnoe-delo-mogut-vozbudit-v-barnaule-posle-travli-bolnoy-koronavirusom.html>
 22. Ценности и социальные установки современных студентов: структура и динамика. Коллективная монография / [Алишев Б. С. и др.] ; Российская акад. образования, Ин-т педагогики и психологии проф. образования, Лаб. психологии проф. образования. Казань, 2010. 239 с.
 23. Шульгин С.Г., Зинькина Ю.В., Щербов С.Я. Ожидаемая продолжительность жизни пожилых россиян в зависимости от образовательного статуса // Демографическое обозрение. 2018. Т. 5, № 1. С. 25-38. <https://doi.org/10.17323/demreview.v5i1.7708>
 24. Шушунова Т.Н., Галич Л.П. Самосохранительное поведение как внеэкономический фактор социального самочувствия в зарубежной социологии // Весті БДПУ. Серія 2. Гісторія. Філософія. Палітологія. Саццялогія. Эканоміка. Культуралогія. 2019. № 1 (99). С. 65-72.

25. Betsch C., Wieler L.H., Habersaat K. Monitoring behavioural insights related to COVID-19 // *The Lancet*, 2020, vol. 395, iss. 10232, pp. 1255-1256. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30729-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30729-7)
26. DiClemente R.J., Crosby R.A., Kegler M.C. *Emerging Theories in Health Promotion Practice research*. 2nd Edition, Kindle Edition. 624 p.
27. Entner Wright B. R., Carver Ch., Scheier M. On the Self-Regulation of Behavior // *Contemporary Sociology*, 2000, vol. 29, no. 2, p. 386. <https://doi.org/10.2307/2654424>
28. Froming W., Walker G.R., Lopyan K.J. Public and private self-awareness: When personal attitudes conflict with societal expectations // *Journal of Experimental Social Psychology*, 1982, vol. 18, no. 5, pp. 476-487. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(82\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0022-1031(82)90067-1)
29. Glanz K., Rimer B. K., Viswanath K. (Eds). *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*. Jossey-Bass; 5 edition, 2015, 490 p.
30. Howarth C., Voelklein C. A Review of controversies about social representations theory: a British debate // *Cult. Psychol.*, 2005, vol. 11, no. 4, pp. 431–454. <https://doi.org/10.1177/1354067X05058586>.
31. Miller L.E., Grush J.E. Individual differences in attitudinal versus normative determination of behavior // *Journal of Experimental Social Psychology*, 1986, vol. 22, no. 3, pp. 190–202. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(86\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0022-1031(86)90023-5)
32. Snyder M., Swann, W.B. When actions reflect attitudes: The politics of impression management // *Journal of Personality and Social Psychology*, 1976, vol. 34, no. 5, pp. 1034–1042. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.34.5.1034>
33. Virus Outbreak Drives Italians to Panic-Buying of Masks and Food, Bloomberg. com (24 февраля 2020). <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-02-24/virus-outbreak-drives-italians-to-panic-buying-of-masks-and-food>
34. Virus panic buying prompts toilet paper rationing in Australia // *CTVNews* (March 4, 2020). <https://www.ctvnews.ca/world/virus-panic-buying-prompts-toilet-paper-rationing-in-australia-1.4837956>

DATA ABOUT THE AUTHOR

Irina N. Simaeva, Dr. Hab. (Psychology), Prof., Institute of Education
Immanuel Kant Baltic Federal University
14, A. Nevsky Str., Kaliningrad, 236016, Russian Federation
ISimaeva@kantiana.ru
ORCID: 0000-0001-9491-1099
Scopus Author ID: 57209421397

Anna O. Budarina, Dr. Hab. (Pedagogics), Prof., Director of the Institute of Education

Immanuel Kant Baltic Federal University

14, A. Nevsky Str., Kaliningrad, 236016, Russian Federation

ABudarina@kantiana.ru

ORCID: 000-0001-8878-7183

Scopus Author ID: 57208750476

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Симаева Ирина Николаевна, доктор психологических наук, профессор

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

ул. Александра Невского, 14, г. Калининград, 236041, Российская

Федерация

14, A. Nevsky Str., Kaliningrad, 236016, Russian Federation

ISimaeva@kantiana.ru

Бударина Анна Олеговна, доктор педагогических наук, профессор

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

ул. Александра Невского, 14, г. Калининград, 236041, Российская

Федерация

ABudarina@kantiana.ru

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-99-114

УДК 614.2

ОСОБЕННОСТИ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАЦИЕНТОВ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ, НЕ СОСТОЯЩИХ НА ДИНАМИЧЕСКОМ ДИСПАНСЕРНОМ НАБЛЮДЕНИИ

В.А. Решетников, А.В. Бадимова, Э.М. Османов, В.В. Козлов

Введение. *Офтальмологические заболевания являются значимой медико-социальной проблемой как во всем мире, так и на территории России и отдельных ее регионов. Диспансерное динамическое наблюдение за состоянием здоровья лиц, страдающих хроническими заболеваниями офтальмологического профиля, играет важнейшую роль в предупреждении обострений и осложнений заболеваний.*

Цель работы: *анализ результатов опроса пациентов с заболеваниями глаза и его придаточного аппарата для изучения их медико-социальных характеристик и выяснения причин неполной и не своевременной постановки на диспансерное наблюдение.*

Методы. *Социологический (опрошены 400 амбулаторных пациентов с заболеваниями глаза и его придаточного аппарата в Тамбовском филиале ФГАУ НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза» и в ГБУЗ «Тамбовская областная офтальмологическая клиническая больница»); статистического анализа.*

Результаты. *К ведущим организационным причинам неполной постановки на диспансерное наблюдение и отсутствия динамического контроля за течением хронической офтальмологической патологии пациента относятся отсутствие офтальмолога по месту жительства, большая загруженность офтальмолога или недостаточная его квалификация и, как следствие, низкая комплаентность пациента.*

Заключение. *Высокая распространенность и связанная с этим медико-социальная значимость болезней органов зрения, диктует проведение исследований, направленных на разработку рекомендаций по совершенствованию принципов профилактики и диспансерного наблюдения больных с офтальмологическими заболеваниями.*

Ключевые слова: заболевания глаза и придаточного аппарата; динамическое диспансерное наблюдение; опрос пациентов; медико-социальные характеристики

Для цитирования. Решетников В.А., Бадимова А.В., Османов Э.М., Козлов В.В. Особенности медико-социальной характеристики пациентов офтальмологического профиля, не состоящих на динамическом диспансерном наблюдении // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 99-114. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-99-114

FEATURES OF THE MEDICO-SOCIAL CHARACTERISTICS OF OPHTHALMIC PATIENTS WHO ARE NOT UNDERGOING DYNAMIC DISPENSARY OBSERVATION

V.A. Reshetnikov, A.V. Badimova, E.M. Osmanov, V.V. Kozlov

Introduction. *Ophthalmic diseases are a significant medical and social problem both throughout the world and on the territory of Russia and its individual regions. Dispensary dynamic monitoring of the health status of persons suffering from chronic diseases of the ophthalmological profile plays an important role in the prevention of exacerbations and complications of diseases.*

Work objective. *Analyzing the results of enquiry of patients with eye and adnexa disease to study their medico-social characteristics and finding out the reasons for incomplete and untimely admission to dispensary observation.*

Methods. *Sociological (400 outpatients with eye and adnexa diseases were interviewed in the Tambov branch of the Federal State Autonomous Institution of National Medical Research Center “Interbranch Scientific and Technical Complex “Eye Microsurgery” and in the State Budgetary Healthcare Institution “Tambov Regional Ophthalmological Clinical Hospital”); statistical analysis.*

Results. *The principal organizational reasons for incomplete admission to dispensary observation and the lack of dynamic control over the course of a patient’s chronic ophthalmological pathology include the absence of an ophthalmologist at the place of residence, a large workload of an ophthalmologist or his insufficient qualifications and, as a result, low patient compliance.*

Conclusion. *The high prevalence and the associated medical and social significance of diseases of the visual organs dictate the pursuance of studies aimed at developing recommendations for improving the principles of prevention and dispensary observation of patients with ophthalmic diseases.*

Keywords: *eye and adnexa disease; dynamic dispensary observation; patient enquiry; medical and social characteristics*

For citation. *Reshetnikov V.A., Badimova A.V., Osmanov E.M., Kozlov V.V. Features of the medico-social characteristics of ophthalmic patients who are not on dynamic dispensary observation. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 99-114. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-99-114*

Введение

Социальная значимость офтальмологических заболеваний определяется широкой их распространенностью, поражением людей всех возрастов, вероятностью потери зрения у заболевших и как следствие, наступления инвалидности, высокой стоимостью диагностики, лечения и наблюдения больных.

Социально-экономическая значимость офтальмопатологии тесно связана с одной стороны с омоложением контингента больных и с другой стороны – со старением населения [18].

Потери здоровья населения, обусловленные заболеваемостью и инвалидностью, имеют помимо значения для человеческого капитала государства, важный экономический аспект, связанный со снижением количества произведенной продукции, дезорганизацией производства при заболеваемости, неосуществленным вкладом в ВВП в течение предстоящей жизни (в случае полной утраты трудоспособности), затратами на медицинское обслуживание пациентов, выплатами по больничным листам, выплатой пособий по инвалидности [3; 10; 15; 20].

Следовательно, меры, направленные на раннее выявление и профилактику болезней органа зрения, позволяющие предотвратить длительную временную и стойкую нетрудоспособность, имеют существенный социально-экономический эффект [5; 11; 14; 16].

Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. в числе основных функций амбулаторно-поликлинического уровня выделяет диспансеризацию населения с выделением групп риска по развитию социально-значимых неинфекционных заболеваний и разработку индивидуальных программ профилактики (коррекция образа жизни, превентивное лечение), а также диспансерное наблюдение за лицами, входящими в группы риска, и хроническими больными [13].

Проведение диспансерного наблюдения за больным позволяет выбрать оптимальный режим лечения хронической патологии и своевременно внести в него коррективы, что является важным аспектом третичной профилактики [7; 17].

Многочисленные работы российских авторов показывают недостаточный охват населения диспансерным наблюдением. По оценке Минздрава России, меньше половины выявленных случаев передаются на диспансерное наблюдение [9; 12].

В условиях низкой активности россиян в отношении сохранения собственного здоровья особенно значимым является динамическое наблюдение за состоянием здоровья лиц, страдающих хроническими заболеваниями, направленное на предупреждение обострений и осложнений заболеваний [2, 4; 6; 8].

К сожалению, на сегодняшний день, российская система здравоохранения не обеспечивает в полной мере активное медицинское наблюдение за пациентами, с хроническими заболеваниями, являющимися основными причинами временной и стойкой нетрудоспособности [1; 12].

Цель работы – анализ результатов опроса пациентов с заболеваниями глаза и его придаточного аппарата для изучения их медико-социальных характеристик и выяснения причин неполной и не своевременной постановки на диспансерное наблюдение.

Материалы и методы исследования

Комплексное медико-социологическое исследование было проведено на базе Тамбовского филиала ФГАУ НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза» и ГБУЗ «Тамбовская областная офтальмологическая клиническая больница» в 2021 г. на основании разработанной авторами анкеты.

Выполнен анализ результатов опроса 400 пациентов офтальмологического профиля с ранее установленным диагнозом на основании результатов комплексного обследования. Предметом настоящего исследования явилась оценка медико-социальных и клинико-anamnestических характеристик больных.

Для статистической обработки данных использовалась компьютерная программа «IBM SPSS 22.0». Описательная статистика результатов исследования для количественных признаков представлена средними арифметическими и их стандартными ошибками, для качественных признаков – абсолютными значениями и относительными интенсивными показателями, рассчитанными на 100 опрошенных.

Статистическую значимость различий качественных и порядковых признаков оценивали при помощи критерия χ^2 Пирсона. Для сравнения количественных признаков использовали t-критерий Стьюдента, учитывая наличие нормального распределения сравниваемых признаков. Для про-

верки характера распределения переменных использовали критерий Шапиро-Уилка. Различия оценивали, как статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Были опрошены 400 амбулаторных пациентов с заболеваниями глаза и его придаточного аппарата в Тамбовском филиале ФГАУ НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза» и в ГБУЗ «Тамбовская областная офтальмологическая клиническая больница».

С учетом цели исследования и решаемых задач исследуемую когорту лиц ($n=400$) разделили на две группы, при этом в одну группу – контрольную, вошли лица, состоящие на диспансерном учете по поводу заболевания глаз ($n=183$), в состав второй группы – исследуемой ($n=217$) вошли лица, которые не состояли на диспансерном учете, хотя у них имелись одно или несколько заболеваний глаз.

По результатам исследования установлено, что среднее значение возраста пациентов в исследуемой группе оказалось значимо ниже ($p=0,001$), составляя $47,3 \pm 0,9$ лет, что на семь лет меньше, по сравнению с лицами из группы сравнения, среднее значение возраста среди которых составило $54,0 \pm 1,1$ лет.

Значимые различия в исследуемой и контрольной группах в количестве лиц наблюдаются в возрасте 30-39 лет и 60-69 лет, при этом в возрасте 30-39 лет больше лиц из исследуемой группы, в отличие от возраста 60-69 лет, где больше лиц из группы контроля, в остальных возрастных группах существенные различия по количеству респондентов отсутствуют.

Количество женщин в исследуемой группе лиц было значимо выше, по сравнению с группой сравнения (131 (61,2%) против 83 (38,8%)), соответственно среди мужчин наблюдается обратная тенденция (χ^2 Пирсона=8,995; $p=0,003$).

Сравнительный анализ места жительства лиц из исследуемой и контрольной групп позволил установить, что среди проживающих в областном центре, значимо больше лиц из исследуемой группы, по сравнению с контрольной ($p < 0,005$). По количеству лиц, проживающих в районных центрах, а также в сельской местности, исследуемые группы не различаются.

В исследуемой группе большинство лиц имеют высшее образование (45,2%), в группе сравнения большинство лиц представлено с высшим и средним специальным образованием (по 32,2%).

Вместе с тем, анализируемые группы имеют существенные различия (χ^2 Пирсона=10,551; $p=0,014$) в двух группах – среди лиц со средним об-

разованием, при этом большинство представлено лицами из контрольной группы и среди лиц с высшим образованием, при этом большинство представлено лицами из исследуемой группы.

Также между анализируемыми группами отсутствуют различия по уровню дохода (χ^2 Пирсона=0,995; $p=0,911$), свидетельствующее о том, что уровень дохода не является решающим фактором, который влияет на постановку на диспансерный учет.

Вместе с тем, анализ показал, что, среди большей части лиц как в исследуемой, так и в контрольной группах уровень дохода составляет менее 20 тыс. руб. (42,9% и 41,2% соответственно), лица с доходом от 20 до 30 тыс. руб. составили треть исследуемой когорты (31,3% и 33,5% соответственно), лица с уровнем дохода более 30 тыс. руб. составили наименьшее количество (25,8% и 25,2% соответственно).

Анализ наличия того или иного заболевания глаз среди лиц как в исследуемой группе, так и в группе сравнения позволил установить различия только по частоте миопии, при этом в исследуемой группе количество лиц с миопией было значимо больше, по сравнению с количеством лиц с миопией в группе сравнения (табл. 1).

Таблица 1.

Различия лиц из исследуемой и контрольной групп по показателю частоты выявления заболеваний глаз

Заболевания	Группы (абс., %)	
	Исследуемая n=183	Контрольная n=217
Глаукома (подозрение на глаукому)	38 (17,5)	30 (16,4)
Катаракта	56 (25,8)	63 (34,4)
Заболевания сетчатки	18 (8,3)	25 (13,7)
Миопия	52 (24,0)*	25 (13,7)*
Иные заболевания глаз	46 (21,2)	30 (16,4)
Совокупность двух заболеваний глаз	6 (2,8)	9 (4,8)
Совокупность трех и более заболеваний глаз	1 (0,5)	1 (0,5)

Примечание: * – различия значимы на уровне $p < 0,05$

Среди лиц в исследуемой группе более четверти заболеваний глаз (26,7%) были выявлены в процессе диспансеризации, остальная часть – при обращении к врачу-офтальмологу (73,3%), что не отличается от данных среди лиц из контрольной группы (χ^2 Пирсона=3,216; $p=0,073$), заболевания глаз

у которых в 19,1% случаев установлены при проведении диспансеризации и остальные 80,9% заболеваний – при обращении к врачу-офтальмологу.

Большинству респондентов, как в исследуемой группе, так и в группе сравнения заболевания глаз были установлены два и более года назад (47,0% и 45,4% соответственно). В текущем году заболевания глаз были установлены среди 21,2% респондентов из исследуемой группы и 27,9% респондентов из группы сравнения. Год назад заболевания глаз были диагностированы среди 31,8% лиц из основной группы и 26,8% из группы сравнения. Значимые различия по изучаемому признаку между изучаемыми группами не установлены (χ^2 Пирсона=2,729; $p=0,256$).

По поводу заболеваний глаз в исследуемой группе лиц большинство обращаются в районную поликлинику по месту прописки, на втором ранговом месте по частоте случаев находятся лица, которые обращаются в платные медицинские учреждения и третье ранговое место по частоте случаев занимают лица, которые обращаются в поликлинику по месту фактического проживания. Среди контрольной группы наблюдается обратная ситуация, а именно на первом ранговом месте по частоте случаев находятся лица, которые обращаются в поликлинику по месту фактического проживания, на втором ранговом месте по частоте случаев лица, которые обращаются в платные медицинские учреждения, на третьем ранговом месте находятся лица, которые обращаются в поликлинику по месту прописки (табл. 2).

Таблица 2.

Различия лиц из исследуемой и контрольной групп по показателю место обращения по поводу заболеваний глаз

Место обращения	Группы (абс., %)	
	Исследуемая n=183	Контрольная n=217
В районную поликлинику по месту прописки	72 (33,2)	41 (22,4)*
В поликлинику по месту фактического проживания	60 (27,6)	71 (38,8)*
В ведомственную поликлинику	14 (6,5)	20 (10,9)
В платные учреждения	61 (28,1)	50 (27,3)
Нет ответа	10 (4,6)	1 (0,5)
Всего	217 (100)	183 (100)

Примечание: *– различия значимы на уровне $p < 0,05$

Результаты сравнительного анализа исследуемых групп по показателю «место обращения по поводу заболеваний глаз» позволили установить зна-

чимые различия (X^2 Пирсона=16,167, $p=0,003$); при этом существенные различия наблюдаются по градациям признака «в районную поликлинику по месту прописки», по которому больше лиц в исследуемой группе, по сравнению с контрольной и по признаку «в поликлинику по месту фактического проживания», по которому больше лиц в контрольной группе, по сравнению с исследуемой.

Об отсутствии офтальмолога в поликлинике по месту жительства сообщили четверть пациентов из исследуемой группы – 54 (24,9%) человека, что существенно выше (X^2 Пирсона=4,931; $p=0,026$), по сравнению с лицами из группы контроля, среди которых указали на отсутствие офтальмолога по месту жительства 29 (15,8%) человек.

Результаты проведенного анализа показали, что за последний год практические треть человек из исследуемой группы (31,0%) не обращались в поликлинику в связи с заболеваниями глаз, в отличие от лиц из группы контроля (X^2 Пирсона=23,357; $p=0,001$), среди которых таких лиц было 14,3%. Хотя бы один раз за медицинской помощью к офтальмологу обратились половина лиц из исследуемой группы (109/50,5%) и группы контроля (92/50,5%), от двух до пяти раз к офтальмологу обратилось 38 (17,6%) человек из исследуемой группы и почти треть лиц из группы контроля (57/31,3%), свыше пяти раз обращались 2 (0,9%) и 7 (3,8%) человек соответственно из исследуемой и контрольной групп.

По результатам ответов о выполнении предписаний врача-офтальмолога установлено, что большинство лица из контрольной группы предписания выполняют, в отличие от исследуемой группы лиц, среди которых таких пациентов меньше (X^2 Пирсона=6,132; $p=0,047$).

Более глубокий анализ показал, что среди пациентов, выполняющих предписания врача-офтальмолога, значимо больше лиц ($p<0,05$) из контрольной группы (60,7%), в отличие от лиц из группы сравнения (48,4%), среди пациентов, не всегда выполняющих предписания врача-офтальмолога, значимо больше лиц ($p<0,05$) в исследуемой группе (41,9%), по сравнению с группой сравнения (31,1%). Среди пациентов, не выполняющих предписания врача-офтальмолога, сравниваемые группы по количеству пациентов не различаются между собой (9,7% и 8,2% в исследуемой и контрольной группах соответственно).

Полученные данные о комплаентности пациентов позволяют сделать заключение о том, что среди пациентов, состоящих на диспансерном учете у врача-офтальмолога комплаентность к лечению выше, по сравнению с пациентами, не состоящими на диспансерном учете.

Ранговая структура причин низкой комплаентности к лечению по назначению врача-офтальмолога представлена в табл. 3.

Таблица 3.

Ранговая структура причин низкой комплаентности к лечению по назначению врача-офтальмолога

Ранг	Причина низкой комплаентности	Частота (абс., %) n=184
1	Из-за собственной лени	83 (45,1)
2	Не люблю лекарства	42 (22,8)
3	Не верю в возможность выздоровления	26 (14,1)
4	Не до конца понятно, что необходимо делать	26 (14,1)
5	Не хватает средств на лекарства	22 (12,0)
6	Не согласен с методами и лекарствами, выбранными для лечения	17 (9,2)
7	Не доверяю врачу	9 (4,9)
8	Нет ответа	6 (3,3)

Обращает на себя внимание, что практически половина пациентов указали в качестве причины низкой комплаентности к лечению собственную лень. Обращают на себя внимание причины, находящиеся на 3, 4, 7 ранговых местах. По нашему мнению, низкая комплаентность к лечению среди лиц, указавших эти причины, полностью обусловлены компетентностью врача-офтальмолога и могут разрешиться в процессе общения пациента с врачом.

Заключение

Таким образом, к ведущим организационным причинам неполной постановки на диспансерное наблюдение и отсутствия динамического контроля за течением хронической офтальмологической патологии пациента относятся отсутствие офтальмолога по месту жительства, большая загруженность офтальмолога или недостаточная его квалификация и, как следствие, низкая комплаентность пациента. Значимыми факторами отсутствия диспансерного наблюдения за пациентом с хронической офтальмологической патологией являются молодой возраст; женский пол, редкое посещение врача-офтальмолога по месту жительства.

Высокая распространенность и, связанная с этим медико-социальная значимость болезней органов зрения, диктует проведение исследований, направленных на разработку рекомендаций по совершенствованию прин-

ципов профилактики и диспансерного наблюдения больных с офтальмологическими заболеваниями.

Список литературы

1. Бойцов С.А. Профилактика неинфекционных заболеваний в практике участкового терапевта: содержание, проблемы, пути решения и перспективы // Терапевтический архив. 2015. Т. 87, № 1. С.4-9. <https://doi.org/10.17116/terarkh20158714-9>
2. Динамическое наблюдение, анализ качества зрения и ангио-ОКТ у пациентов с патологией сетчатки / Аванесова Т.А., Ковалевская М.А., Картамышев Е.Г., Донкарева О.В., Перерва О.А. // Современные технологии в офтальмологии. 2019. № 1. С. 242-246. <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2019-1-242-246>
3. Козлов В.В., Шульмин А.В. Современные подходы к оценке потерь, обусловленных смертностью населения // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. 2012. № 3. С. 20.
4. Конаков С.А. Медицинская активность как отношение к собственному здоровью // Общество XXI века: итоги, вызовы, перспективы. 2014. № 3. С. 33-35.
5. Нероев В.В., Зайцева О.В., Михайлова Л.А. Заболеваемость диабетической ретинопатией в Российской Федерации по данным федеральной статистики // Российский офтальмологический журнал. 2018. Т. 11. № 2. С. 5-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-2-5-9>
6. Овод А.И. Результаты исследования обращаемости женщин трудоспособного возраста за профилактической помощью // Возрастаассоциированные и гендерные особенности здоровья и болезни: сб. материалов Международной научно-практической конференции. Курск, 2016. С. 244-253.
7. Организация медицинской помощи больным с пролиферативной витреоретинопатией в республике Казахстан / Байырханова А.О., Ботабекова Т.К., Семенова Ю.М., Енин Е.А., Кампик А., Асаинова М.С. // Наука и здравоохранение. 2016. №4. С. 66-73.
8. Пикалов С.М. Медицинская активность, как отношение к собственному здоровью // Современное общество: проблемы, идеи, инновации. 2014. Т. 2, № 3. С. 27-30.
9. Профилактическая активность пациентов поликлиник как важный фактор эффективности диспансеризации и диспансерного наблюдения: региональный опыт / Калинина А.М., Гомова Т.А., Кушунина Д.В., Соин И.А., Измайлова О.В., Худяков М.Б. // Профилактическая медицина. 2015. №2(18). С. 4-10. <https://doi.org/10.17116/profmed20151824-10>

10. Прохоров Б.Б., Шмаков Д.И. Оценка стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья // Проблемы прогнозирования. 2002. № 3. С. 125-135.
11. Современные подходы к оценке медико-демографических потерь среди населения подросткового возраста / Артюхов И.П., Шульмин А.В., Козлов В.В., Приходько Е.А. // Сибирское медицинское обозрение. 2011. Т.70. №4. С. 89-94.
12. Стародубов В.И., Сон И.М., Сененко А.Ш. Итоги диспансеризации определенных групп взрослого населения Российской Федерации 2013-2018 гг. информационно-аналитический обзор. М.: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ, 2019. 114 с.
13. Щепин О.П. Роль диспансеризации в снижении заболеваемости населения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2015. № 23 (1). С. 3-7.
14. Экономический ущерб от основных хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации в 2016 году / Концевая А.В., Мырзаматова А.О., Муканеева Д.К., Сапунова И.Д., Баланова Ю.А., Худяков М.Б., Драпкина О.М. // Профилактическая медицина. 2019. Т. 22. № 6. С. 18-23. <https://doi.org/10.17116/profmed20192206118>
15. Экономический ущерб факторов риска, обусловленный их вкладом в заболеваемость и смертность от основных хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации в 2016 году / Концевая А.В., Муканеева Д.К., Мырзаматова А.О., Баланова Ю.А., Худяков М.Б., Драпкина О.М. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020. Т. 19. № 1. С. 48-55. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-1-2396>
16. Aggarwal S., Ju D., Allen A.M, et al Regional differences in vision health: findings from Mwanza, Tanzania // International Health. 2018, vol. 10, no. 6, pp. 457–465. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihy046>
17. Fidalgo B.R., Dabasia P., Jindal A. Role of advanced technology in the detection of sight-threatening eye disease in a UK community setting // BMJ Open Ophthalmology. 2019, vol. 4, no. 1, p. 347. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2019-000347>
18. Fricke T., Tahhan N., Resnikoff S., et al. Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia // Ophthalmology. 2018, vol. 125, no. 10, pp. 1492-1499. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.04.013>
19. Hashemi N., Moghaddasi H., Rabiei R., et al. Eye Health Information Systems in Selected Countries // Journal of Ophthalmic & Vision Research. 2018, vol. 13, no. 3, pp. 333–338. https://doi.org/10.4103/jovr.jovr_149_17

20. Lord S.R., Smith S.T., Menant J.C. Vision and falls in older people: Risk factors and intervention strategies // *Clinics in Geriatric Medicine*. 2010, vol. 26, no. 4, pp. 569-581. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.06.002>

References

1. Bojcov S.A. Profilaktika neinfekcionnyh zabolevanij v praktike uchastkovogo terapevta: sodержanie, problemy, puti resheniya i perspektivy [Prevention of non-communicable diseases in the practice of a local therapist: content, problems, solutions and prospects]. *Terapevticheskij arhiv* [Therapeutic archive], 2015, vol. 87, no. 1, pp.4-9. <https://doi.org/10.17116/terarkh20158714-9>
2. Avanesova T.A., Kovalevskaya M.A., Kartamyshev E.G., Donkareva O.V., Pererva O.A. Dinamicheskoe nablyudenie, analiz kachestva zreniya i angio-OKT u pacientov s patologiej setchatki [Dynamic observation, analysis of the quality of vision and angio-OCT in patients with retinal pathology]. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology], 2019, , no. 1, pp. 242-246. <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2019-1-242-246>
3. Kozlov V.V., Shul'min A.V. Sovremennye podhody k ocenke poter', obuslovlennyh smertnost'yu naseleniya [Modern approaches to assessing losses due to mortality]. *Byulleten' Nacional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya* [Bulletin of the National Public Health Research Institute], 2012, no. 3, pp. 20.
4. Konakov S.A. Medicinskaya aktivnost' kak otnoshenie k sobstvennomu zdorov'yu [Medical activity as an attitude to one's own health]. *Obshchestvo XXI veka: itogi, vyzovy, perspektivy* [Society of the XXI century: results, challenges, prospects], 2014, no. 3, pp. 33-35.
5. Neroev V.V., Zajceva O.V., Mihajlova L.A. Zabolevaemost' diabeticheskoy retinopatiej v Rossijskoj Federacii po dannym federal'noj statistiki [The incidence of diabetic retinopathy in the Russian Federation according to federal statistics]. *Rossijskij oftal'mologicheskij zhurnal* [Russian Ophthalmological Journal], 2018, vol. 11, no. 2, pp. 5-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-2-5-9>
6. Ovod A.I. Rezul'taty issledovaniya obrashchaemosti zhenshchin trudospobnogo vozrasta za profilakticheskoy pomoshch'yu [Results of the study of the appealability of women of working age for preventive care]. *Vozrastassociirovannye i gendernye osobennosti zdorov'ya i bolezni: sbornik materialov Mezhduнародnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Age-associated and gender characteristics of health and illness: collection of articles materials of the International Scientific and Practical Conference]. Kursk, 2016, pp. 244-253.
7. Organizaciya medicinskoj pomoshchi bol'nym s proliferativnoj vitreoretinopatiej v respublike Kazahstan [Organization of medical care for patients with

- proliferative vitreoretinopathy in the Republic of Kazakhstan]. Bajyrhanova A.O., Botabekova T.K., Semenova Yu.M., Enin E.A., Kampik A., Asainova M.S. // *Nauka i zdravoohranenie* [Science and health care], 2016, no. 4, pp. 66-73.
8. Pikalov S.M. Medicinskaya aktivnost', kak otnoshenie k sobstvennomu zdorov'yu [Medical activity as an attitude to one's own health]. *Sovremennoe obshchestvo: problemy, idei, innovacii* [Modern society: problems, ideas, innovations], 2014, vol. 2, no. 3, pp. 27-30.
 9. Profilakticheskaya aktivnost' pacientov poliklinik kak vazhnyj faktor effektivnosti dispanserizacii i dispansernogo nablyudeniya: regional'nyj opyt [Prophylactic activity of polyclinic patients as an important factor in the effectiveness of clinical examination and dispensary observation: regional experience]. Kalinina A.M., Gomova T.A., Kushunina D.V., Soin I.A., Izmajlova O.V., Hudyakov M.B. *Profilakticheskaya medicina* [Preventive medicine], 2015, no. 2(18), pp. 4-10. <https://doi.org/10.17116/profmed20151824-10>
 10. Prohorov B.B., Shmakov D.I. Ocenka stoimosti statisticheskoy zhizni i ekonomicheskogo ushcherba ot poter' zdorov'ya [Estimation of the cost of statistical life and economic damage from health losses]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], 2002, no. 3, pp. 125-135.
 11. Sovremennye podhody k ocenke mediko-demograficheskikh poter' sredi naseleeniya podrostkovogo vozrasta [Modern approaches to the assessment of medical and demographic losses among the adolescent population]. Artyuhov I.P., Shul'min A.V., Kozlov V.V., Prihod'ko E.A. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie* [Siberian Medical Review], 2011, vol. 70, no. 4, pp. 89-94.
 12. Starodubov V.I., Son I.M., Senenko A.Sh. *Itogi dispanserizacii opredelennykh grupp vzroslogo naseleniya Rossijskoj Federacii 2013-2018 gg. Informacionno-analiticheskij obzor* [The results of clinical examination of certain groups of the adult population of the Russian Federation in 2013-2018 information and analytical review]. Moscow: RIO CNIIOIZ MZ RF, 2019, 114 p.
 13. Shchepin O.P. Rol' dispanserizacii v snizhenii zabolevaemosti naseleniya [The role of clinical examination in reducing the incidence of the population]. *Problemy social'noj gigieny, zdravoohraneniya i istorii mediciny* [Problems of social hygiene, health care and history of medicine]. 2015, no. 23(1), pp. 3-7.
 14. Ekonomicheskij ushcherb ot osnovnykh hronicheskikh neinfekcionnykh zabolevanij v Rossijskoj Federacii v 2016 godu [Economic damage from the main chronic non-communicable diseases in the Russian Federation in 2016]. Koncevaya A.V., Myrzamatova A.O., Mukaneeva D.K., Sapunova I.D., Balanova Yu.A., Hudyakov M.B., Drapkina O.M. *Profilakticheskaya medicina* [Preventive medicine], 2019, vol. 22, no. 6, pp. 18-23. <https://doi.org/10.17116/profmed20192206118>

15. Ekonomicheskij ushcherb faktorov riska, obuslovlennyj ih vkladom v zaboлеваemost' i smertnost' ot osnovnyh hronicheskikh neinfekcionnyh zabolevanij v Rossijskoj Federacii v 2016 godu [Economic damage of risk factors due to their contribution to morbidity and mortality from the main chronic non-communicable diseases in the Russian Federation in 2016]. Koncevaya A.V., Mukaneeva D.K., Myrzamatova A.O., Balanova Yu.A., Hudyakov M.B., Drapkina O.M. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular therapy and prevention], 2020, vol. 19, no. 1, pp. 48-55. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-1-2396>
16. Aggarwal S., Ju D., Allen A.M., et al Regional differences in vision health: findings from Mwanza, Tanzania. *International Health*, 2018, vol. 10, no. 6, pp. 457–465. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihy046>
17. Fidalgo B.R., Dabasia P., Jindal A. Role of advanced technology in the detection of sight-threatening eye disease in a UK community setting. *BMJ Open Ophthalmology*, 2019, vol. 4, no. 1, p. 347. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2019-000347>
18. Fricke T., Tahhan N., Resnikoff S., et al. Global Prevalence of Presbyopia and Vision Impairment from Uncorrected Presbyopia. *Ophthalmology*, 2018, vol. 125, no. 10, pp. 1492-1499. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.04.013>
19. Hashemi N., Moghaddasi H., Rabiei R., et al. Eye Health Information Systems in Selected Countries. *Journal of Ophthalmic & Vision Research*, 2018, vol. 13, no. 3, pp. 333–338. https://doi.org/10.4103/jovr.jovr_149_17
20. Lord S.R., Smith S.T., Menant J.C. Vision and falls in older people: Risk factors and intervention strategies. *Clinics in Geriatric Medicine*, 2010, vol. 26, no. 4, pp. 569-581. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.06.002>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Решетников Владимир Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

*ул. Трубецкая, 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Российская Федерация
resh1960@mail.ru*

Бадимова Анна Вячеславовна, аспирант кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

*ул. Трубецкая, 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Российская Федерация
a.badimova@gmail.com*

Османов Эседулла Маллаалиевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

*ул. Трубецкая, 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Российская Федерация
osmanov_e_m@staff.sechenov.ru*

Козлов Василий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

*ул. Трубецкая, 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Российская Федерация
kvv.doc@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vladimir A. Reshetnikov, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Public Health and Health Care Organization Department named after N.A.Semashko

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russian Federation

resh1960@mail.ru

SPIN-code: 4016-2059

ORCID: 0000-0002-7853-7356

ResearcherID: P-2353-2015

Scopus Author ID: 57207622775

Anna V. Badimova, PhD student of Public Health and Health Care Organization Department named after N.A.Semashko

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russian Federation

a.badimova@gmail.com

SPIN-code: 6733-7183

ORCID: 0000-0002-0553-4891

Esedulla M. Osmanov, Doctor of Medical Science, Professor of the Public Health and Health Care Organization Department named after N.A.Semashko

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russian Federation*

osmanov_e_m@staff.sechenov.ru

SPIN-code:9915-9228

ORCID: 0000-0001-7493-2351

Scopus Author ID:57197723235

Vasily V. Kozlov, Candidate of Medical Science, Associate Professor of the Public Health and Health Care Organization Department named after N.A.Semashko

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russian Federation*

kvv.doc@gmail.com

SPIN-code: 7703-0013

ORCID: 0000-0002-2389-3820

Researcher ID: B-2647-2017

Scopus Author ID: 57191536076

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-115-130

УДК 616.8:616-053.5:577.352.339

СИНДРОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА: ФАКТОРЫ РИСКА И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ

Т.А. Колодяжная, О.И. Зайцева, Ж.Г. Зайцева, И.А. Игнатова

Цель. Изучить анамнез и физико-химические свойства эритроцитарных мембран у школьников 7-11 лет для установления риска развития синдрома вегетативной дисфункции у конкретного ребенка.

Материалы и методы. Проводилось клинико-anamnestическое и лабораторное обследование школьников с синдромом вегетативной дисфункции и практически здоровых детей. Физико-химические свойства эритроцитарных мембран изучали методом флуоресцентной спектроскопии.

Результаты. У детей с синдромом вегетативной дисфункции методом флуоресцентной спектроскопии выявлены структурные преобразования и изменения функций мембран эритроцитов дестабилизирующего характера. Существенными биофизическими факторами риска развития синдрома вегетативной дисфункции у детей 7-11 лет оказались: низкая кальций-аккумулирующая способность мембран, высокие показатели мембраносвязанной воды и текучести поверхностных слоев мембраны, а также повышенный коэффициент асимметрии текучести липидного бислоя.

Заключение. Выявление у конкретного ребенка значимых анамnestических и биофизических (на уровне мембран) факторов риска развития синдрома необходимо для включения его в группу риска по психосоматическим заболеваниям для динамического наблюдения и своевременного проведения профилактических мероприятий.

Ключевые слова: дети младшего школьного возраста; синдром вегетативной дисфункции; эритроцитарные мембраны; физико-химические свойства

Для цитирования. Колодяжная Т.А., Зайцева О.И., Зайцева Ж.Г., Игнатова И.А. Синдром вегетативной дисфункции у детей младшего школьного возраста: факторы риска и структурно-функциональное состояние мембран эритроцитов // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 115-130. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-115-130

SYNDROME OF AUTONOMIC DYSFUNCTION IN CHILDREN OF YOUNG SCHOOL AGE: RISK FACTORS AND STRUCTURAL AND FUNCTIONAL STATE OF ERYTHROCYTE MEMBRANES

T.A. Kolodyazhnaya, O.I. Zaitzeva, Gh.G. Zaitzeva, I.A. Ignatova

Aim. To study the anamnesis and physical and chemical characteristics of erythrocyte membranes in schoolchildren aged 7-11 years to determine the risk of developing autonomic dysfunction syndrome in a particular child.

Materials and methods. Clinical, anamnestic and laboratory examination of schoolchildren aged 7-11 years with the syndrome of autonomic dysfunction and practically healthy children was carried out. The physical and chemical properties of erythrocyte membranes were studied by fluorescence spectroscopy.

Results. In children with autonomic dysfunction syndrome, the method of fluorescence spectroscopy revealed structural transformations and changes in the functions of erythrocyte membranes of a destabilizing nature. Significant biophysical risk factors for the development of autonomic dysfunction syndrome in children in children of 7-11 years old turned out to be: low calcium-accumulating capacity of membranes, high rates of membrane-bound water and fluidity of the surface layers of the membrane, as well as an increased coefficient of asymmetry of the fluidity of the lipid bilayer.

Conclusion. Identification of significant anamnestic and biophysical (at the membrane level) risk factors in a particular child is necessary to include the child in the risk group for psychosomatic diseases for dynamic monitoring and timely implementation of preventive measures.

Keywords: children of young school age; autonomic dysfunction syndrome; erythrocyte membranes; physical and chemical properties

For citation. Kolodyazhnaya T.A., Zaitzeva O.I., Zaitzeva Gh.G., Ignatova I.A. Syndrome of autonomic dysfunction in children of young school age: risk factors and structural and functional state of erythrocyte membranes. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 115-130. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-115-130

В последние десятилетия отмечается неуклонный рост болезней «дисрегуляции» среди детского населения [11; 21]. Многие исследователи это связывают с образом жизни современных школьников [18]. Интенсифика-

ция учебного процесса, сопровождающаяся возрастающими умственными и психоэмоциональными нагрузками, включая неадаптивное пользование интернетом, ведет к перенапряжению регуляторных систем ребенка. Эти факторы способствуют возникновению синдрома вегетативной дисфункции (СВД) в школьном возрасте. Большинство исследований по данной проблеме посвящены детям подросткового возраста [13; 17; 19; 22], в то время как публикации, касающиеся изучения синдрома вегетативной дисфункции среди учащихся младшего школьного возраста немногочисленны. Однако, именно в младшем школьном возрасте чаще всего дебютирует СВД.

Младший школьный возраст является чрезвычайно «ответственным» этапом в жизни обычного школьника. Этот период наполнен интенсивным физическим и психофизиологическим развитием, направленным на обеспечение оптимальной адаптации ребенка к школе. В тоже время текущий возрастной период содержит ряд негативных особенностей, делающих ребенка «уязвимым» при взаимодействии с факторами обучения и воспитания. Так, в силу психофизиологической незрелости поведение учащихся младшего школьного возраста сопровождается импульсивностью, неумением сдерживать свои чувства, частой сменой настроения, склонностью к аффектам, кратковременным и бурным проявлениям гнева и страха. Повторяемость этих обстоятельств влечет за собой развитие вегетативной дисфункции и дезадаптации организма ребенка в целом [6; 13].

Нарушения вегетативной регуляции возникают на разных уровнях структурно-функциональной организации детского организма: системном, органном, тканевом и клеточном, включая уровень клеточных мембран [7; 12]. При этом клеточная мембрана с ассоциированными многочисленными рецепторами, включая рецепторы к ключевым биорегуляторам ВНС (ацетилхолин, адреналин), является эффекторным звеном ВНС. Не случайно на клеточном уровне чаще всего появляются первоначальные нарушения вследствие изменения характера метаболических процессов, имеющих дисрегуляторную и дисметаболическую направленность [8; 11].

В настоящее время считается установленной ведущая роль биомембран в развитии ряда психосоматических заболеваний, и в частности, гипертонической болезни, относящейся к группе «больших психоматозов» [10]. Биомембраны, являясь неотъемлемой частью живой ткани, активно участвуют в разнообразных метаболических реакциях [2]. Основным структурным сегментом плазматической мембраны различных органов и тканей является липидный бислой с погруженными в него белками (ферментами, рецепторами, в том числе, и к биорегуляторам ВНС). Причем активность

последних во многом зависит от их липидного окружения (функционирования мембранных липидов и их взаимосвязей с мембранными белками), определяющими такие физико-химические свойства мембраны, как гидратированность, «текучесть», электрические свойства. Значимое воздействие на эти показатели оказывают процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ). С увеличением ПОЛ связано снижение текучести мембран, при этом уменьшается общее количество фосфолипидов и они обогатятся фракциями, устойчивыми к окислению [4; 15].

Резюмируя изложенное выше можно констатировать, что биохимические процессы, протекающие в мембранах клеток красной крови в норме и при патологии, отражают реакцию биомембран клеток на уровне всего организма. Не случайно на эритроците и его мембране проведены и проводятся многие фундаментальные исследования [5; 9; 16; 20]. Поэтому изучение структуры и функции клеточных мембран в норме и при патологии в «ответственные» периоды онтогенеза (младший школьный возраст) представляются важными и перспективными.

Цель работы: Изучить анамнез и физико-химические свойства эритроцитарных мембран у школьников 7-11 лет для установления риска развития синдрома вегетативной дисфункции у конкретного ребенка.

Материал и методы исследования

Обследованы 63 школьника г. Красноярска, в возрасте 7-11 лет: 41 учащийся (17 мальчиков и 24 девочки) с признаками СВД и 22 ребенка (10 мальчиков и 12 девочек) – практически здоровые дети (контрольная группа). Обследование школьников проводилось соответственно этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki). Диагноз устанавливался на основании анамнеза, клинических проявлений, данных кардиоинтервалографии с клиноортостатической пробой. Синдром вегетативной дисфункции верифицирован по таблицам А.М. Вейна, адаптированным для детского возраста Н.А. Белоконь [1]. Физико-химические свойства эритроцитарных мембран определялись методом флуоресцентной спектроскопии на спектрофлуориметре MPF – 4 марки «Хитачи» (Япония) по методу Ю.А.Владимирова и Г.Е.Добрецова (1980) [3]:

- показатель кальций-связывающей способности мембран определяли по скорости энергозависимого переноса кальция из клетки по кинетики зонда хлортетрациклингидрохлорид (ХТЦ). Показатель регистрировали при возбуждении светом $\lambda_{в} = 380$ нм и длине волны испускания $\lambda_{и} = 400$ нм;

- для определения количественного содержания транспортных интегральных белков кальциевых АТФаз измеряли собственную флуоресценцию триптофаниловых групп белков при возбуждении светом $\lambda_{в}=284$ нм и длине волны испускания $\lambda_{и}=334$ нм;
- для определения степени смещения заряженности поверхностного слоя эритроцитарных мембран измеряли флуоресценцию отрицательно заряженного водорастворимого зонда 1-анилинонафталин-8-сульфонат (1,8-АНС) при возбуждении светом $\lambda_{в}=360$ нм и длине волны испускания $\lambda_{и}=400$ нм;
- показатель мембраносвязанной воды (МСВ) определяли по флуоресценции зонда 4-диметиламинохалкона (ДМХ) в суспензии эритроцитарных мембран в двух областях: длинноволновой (542 нм, зонд локализован в гидрофильной зоне полярных головок фосфолипидных молекул) и коротковолновой (498 нм, зонд локализован в гидрофобной зоне фосфолипидных молекул). Количество связанной с мембраной воды рассчитывалось по коэффициенту $1/\text{фл ДМХ}$;
- показатель степени дестабилизации мембраны оценивали по уровню оптической лабильности эритроцитарных мембран методом Р.Р. Якубовой и А.В. Мурина (1990) [14];
- показатель текучести поверхностных слоев мембран: $1/\text{показатель микровязкости поверхностных структур}$, определяемый по анизотропии зонда АНС при возбуждении светом $\lambda_{в}=360$ нм и длине волны испускания $\lambda_{и}=400$ нм;
- показатель текучести глубоких слоев мембран регистрировали по эксимеризации липотропного зонда пирена при возбуждении светом $\lambda_{в}=284$ нм и длине волны испускания $\lambda_{и}=334$ нм;

Далее вычисляли интегральный показатель - коэффициент асимметрии текучести (КАТ), определяемый как отношение показателя текучести поверхностных слоев мембран к показателю текучести глубоких слоев мембран.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета прикладных программ STATISTICA, ver. 8.0. (StatSoftInc. США). Поскольку данные не подчинялись нормальному распределению, проверку статистических различий в группах проводили с помощью непараметрического U-критерия Манна–Уитни. Количественные показатели представлены в виде медианы (Me) и 25% -75% интервала. Различия считались статистически достоверными при уровне значимости $P<0,05$. Риск развития синдрома вегетативной дисфункции проводили с использованием показателя отношения шансов с 95% доверительным интервалом (ДИ).

Результаты исследования и их обсуждение

У детей с СВД отмечались разнообразные жалобы: головная боль – 72,0% (29 человек), головокружение несистемного характера – 46,3% (19 человек), укачивание в транспорте – 53,6% (22 человека), повышенная утомляемость – 85,3% (36 человек), повышенная потливость – 31,7% (13 человек), нарушение сна – 17,0% (7 человек). При неврологическом осмотре определялась рассеянная микросимптоматика: горизонтальный нистагм – 34,1% (14 человек), покачивание в позе Ромберга – 43,9% (18 человек), регионарный гипергидроз ладоней и стоп, красный дермографизм – 56,1% (23 человека).

Учитывая важность наследственности в развитии вегетативной дисфункции, мы оценили значимость факта присутствия психосоматических заболеваний у родителей. Для этого при помощи показателя отношения шансов с 95% доверительным интервалом рассчитывали риск развития СВД у младших школьников. Нами установлено, что существование у одного из родителей какого-либо заболевания психосоматического спектра (в большей степени у матери: мигрень, головная боль напряжения) в 2,25 раза повышает риск формирования СВД (показатель отношения шансов 2,258; 95% ДИ 1,100-5,123). Следующим важным причинным фактором, способствующим становлению СВД, является наличие перинатальной патологии центральной нервной системы (ППЦНС) в анамнезе. Выявлено, что наличие ППЦНС в 3,65 раза увеличивает риск возникновения СВД (показатель отношения шансов 3,652; 95% ДИ 1,703-8,181). Принимая во внимание важность эмоционально переживаемых стрессовых ситуаций (конфликты с ровесниками, с учителями, неблагоприятная обстановка в семье) в реализации СВД, мы проанализировали данный фактор. Было зафиксировано, что существование данного фактора почти в 4 раза повышает риск развития СВД (показатель отношения шансов 3,778; 95% ДИ 1,694-8,943).

Принимая в расчет важность состояния эффекторного звена вегетативной регуляции на уровне клеточных мембран в реализации СВД, мы изучили физико-химические свойства мембран эритроцитов у детей младшего школьного возраста с СВД. Принимая во внимание, что статистически значимых различий по полу в группах получено не было, группы были объединены. Результаты представлены в таблице.

У детей с СВД в сравнении с контролем регистрируется статистически значимое уменьшение кальций-связывающей способности мембран ($P < 0,001$), оцениваемое по уровню кинетики зонда ХТЦ. Такая метаболиче-

ская ситуация становится возможной, по всей видимости, ввиду перестройки молекулярной организации мембран у детей с СВД. Это сопровождается сниженной способностью мембранных элементов, а именно Са-АТФаз, переносить ионы кальция из клетки, что влечет за собой накопление его в клетке и активацию большого многообразия биохимических процессов, включая образование детергентных компонентов мембраны [2].

Таблица.

**Физико-химические показатели мембран эритроцитов
у детей младшего школьного возраста с СВД**

Показатели		Группа кон- троля n=22	Дети с СВД n=41	Статистиче- ская значи- мость (p) по М-В
		[1]	[2]	
1. Кальций-связывающая способность мембран (КССМ), отн.ед.	Ме	5,75	2,67	P 1-2<0,001
	25%-75%	4,89-8,40	1,75-3,50	
2. Триптофановые группы белков, фл.ед.	Ме	9,45	22,00	P1-2 <0,001
	25%-75%	7,85-11,15	18,50-27,00	
3. Флуоресценция АНС, ед.фл.	Ме	9,00	19,00	P1-2=0,0001
	25%-75%	8,35-10,90	17,00-22,00	
4. Мембраносвязанная вода(МСВ)(498нм) (1/фл.ДМХ), отн.ед.	Ме	0,02	0,03	P1-2 <0,001
	25%-75%	0,01-0,02	0,02-0,04	
5. Мембраносвязанная вода(МСВ)(542нм) (1/фл.ДМХ), отн.ед.	Ме	0,04	0,06	P1-2<0,001
	25%-75%	0,03-0,04	0,05-0,07	
6. Показатель дестабилизации мембраны (P/dp), отн.ед.	Ме	25,18	35,42	P1-2=0,0006
	25%-75%	20,64-34,96	28,41-48,00	
7. Текучесть поверхностного слоя мембран, отн.ед.	Ме	2,23	2,93	P1-2=0,0001
	25%-75%	2,09-2,54	2,68-3,31	
8. Текучесть глубокого слоя мембран, отн.ед.	Ме	0,59	0,64	P1-2=0,0825
	25%-75%	0,54-0,66	0,56-0,75	
9.КАТ	Ме	3,89	4,49	P1-2=0,0069
	25%-75%	3,40-4,27	4,03-5,37	

Важнейшей структурной единицей мембраны является ее белковая компонента, оцениваемая в эритроцитарных мембран младших школьников по параметрам флуоресценции триптофановых аминокислот. У детей с СВД в сопоставлении с контролем наблюдается значительное повышение

флуоресценции триптофанилов ($p < 0,001$), что свидетельствует об увеличении количества транспортных интегральных белков в мембранах детей с СВД. Это является значимым признаком активации транспортных функций эритроцитарных мембран и отражает процесс компенсаторной активации обмена веществ в них.

Другим значимым показателем, определяющим структуру и функцию мембраны, является показатель заряженности поверхностного слоя эритроцитарных мембран, оцениваемый по флуоресценции отрицательно заряженного зонда 1,8-АНС. У детей с СВД в сравнении с группой контроля определяются статистически значимое смещение заряда поверхностной структуры эритроцитарных мембран в электроположительную сторону ($P = 0,0001$). Такого рода метаболические события могут быть связаны с повышением окислительных процессов в эритроцитарных мембранах и накоплением свободных жирных кислот в поверхностной области [4].

Для более точной интерпретации физико-химических трансформаций в эритроцитарных мембранах детей с СВД необходим анализ состояния структурированной воды. Присутствие мембраносвязанной воды регистрировалось нами в мембранах младших школьников по уровню флуоресценции зонда ДМХ, которая в зависимости от применяемой длины возбуждения свидетельствует о содержании молекул мембраносвязанной воды и их окружении [3, 4]. У детей с СВД против контроля выявлено в гидрофобной (1/фл.ДМХ, 498 нм) и в гидрофильной (1/фл.ДМХ, 542 нм) зонах фосфолипидов статистически значимое увеличение показателя мембраносвязанной воды ($P < 0,001$). Это является неблагоприятным прогностическим признаком вследствие изменения чувствительности мембранных структур (рецепторов) к гормонам и медиаторам, в том числе и к биорегуляторам ВНС (ацетилхолину, адреналину).

Показатель дестабилизации мембран, рассчитанный по коэффициенту поляризация/деполяризация ($P/\text{фр}$, отн.ед.), у детей с СВД был статистически значимо выше ($P = 0,0006$) в сравнении с контролем.

Физико-химическое состояние мембраны в значительной степени определяется как текучестью глубоких слоев, оцениваемой при помощи флуорофора пирена, так и «микровязкостью поверхностных слоев» мембраны или ее обратной величины - текучести поверхностных слоев, определяемой по анизотропии флуоресцентного зонда АНС [3]. У детей с СВД фиксируется стабильное состояние глубоких слоев мембраны, на что указывает отсутствие различий в параметрах данного показателя в сравнении с контролем. В тоже время показатель текучести поверхностных слоев

мембраны в группе детей с СВД при соотношении с контролем оказывается статистически значимо высоким ($P=0,0001$). Эти изменения становятся определяющими при расчете величины интегрального показателя – коэффициента асимметрии текучести (КАТ), который фиксируется статистически значимо увеличенным среди детей с СВД ($P=0,0069$) против контроля.

По всей видимости, у младших школьников с СВД молекулярные преобразования в мембранах эритроцитов затрагивают преимущественно поверхностные слои мембраны. На это указывают параметры биофизических характеристик самой мембраны: возросшая текучесть и выраженная асимметрия липидного бислоя, обусловленная усиленной гидратированностью, модуляцией поверхностного заряда и низкой кальций-связывающей способностью мембраны, что указывает на дизрегуляторную направленность метаболических процессов (изменение функционирования мембран-ассоциированных элементов: рецепторов, ферментов, образование детергентных компонентов) и влечет за собой дестабилизацию мембраны в целом.

Далее мы рассчитали значимые физико-химические мембранные факторы риска возникновения синдрома вегетативной дисфункции у младших школьников. Таковыми были низкий показатель кальций-связывающей способности мембран (КССМ $<4,89$, отн.ед.), в 7 раз повышает риск возникновения СВД (показатель отношения шансов 7,16; 95% ДИ 3,51-12,44), высокие значения показателей: мембраносвязанной воды (МСВ $>0,02$ отн.ед., 498нм.) в 6,5 раз возрастает риск (показатель отношения шансов 6,56; 95% ДИ 3,44-9,40), текучести поверхностных слоев мембраны (ТПСМ $>2,54$ отн.ед.) практически в 5 раз увеличивает этот риск (показатель отношения шансов 4,95; 95% ДИ 2,26-11,18) и коэффициента асимметрии текучести (КАТ $>4,27$) в 3 раза повышает данный риск (показатель отношения шансов 3,10; 95% ДИ 1,38-7,46). Следовательно, при отклонении значения одного этих показателей ниже или выше указанных величин регистрируется высокий риск развития СВД у младших школьников.

Заключение

Обобщая вышеизложенное, следует констатировать, что у детей с СВД выявлены преобразования в периферическом звене ВНС на уровне клеточных мембран, характеризующиеся изменениями их физико-химических свойств: увеличением содержания мембраносвязанной воды, модуляцией поверхностного заряда, снижением функции аккумуляции кальция, и соответственно, увеличением показателя дестабилизации структуры мембраны. Эти структурно-морфологические изменения в мембранах эритро-

цитов обуславливают формирование у детей младшего школьного возраста с СВД «лабильного» типа мембран с повышенной текучестью поверхностных слоев и выраженной асимметрией липидного бислоя. По нашему мнению, преобразования в структуре мембран эритроцитов сказываются на ее функциональной активности, а именно, на чувствительности мембран к биорегуляторам ВНС, что может являться важнейшим дополнительным патогенетическим фактором формирования СВД у младших школьников.

Для осуществления персонифицированного подхода к ранней диагностике СВД у детей младшего школьного возраста необходимо своевременное проведение диагностических мероприятий по установлению значимых анамнестических и биофизических (на уровне мембран) факторов риска. Полученные результаты позволят включить обследуемого школьника в группу риска по психосоматическим заболеваниям для динамического наблюдения и своевременного проведения профилактических мероприятий.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Белоконь Н.А. Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: Руководство для врачей. М.: Медицина, 1987. Т.1. 447 с.
2. Болдырев А.А. Кяйвярайнен Е.И., Илюха В.А. Биомембранология: учебное пособие. Петрозаводск: Издательство Кар НЦ РАН, 2006. 226 с.
3. Владимиров Ю.А., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. М.: Наука, 1980. 320 с.
4. Владимиров Ю.А. Кальциевые насосы живой клетки // Соровский образовательный журнал. 1998. № 3. С. 20-27.
5. Голубева М.Г. Осмотическая резистентность эритроцитов, методы определения и коррекции, значение при различных патологиях // Успехи современной биологии. 2019. Т. 139, № 5. С. 446-456. <https://doi.org/10.1134/S004213241905003X>
6. Жиенбаева, Н. Б. Измайлова А. М. Психологические особенности развития личности в младшем школьном возрасте // Молодой ученый. 2018. Т. 197, № 11. С. 116-119. <https://moluch.ru/archive/197/48818/> (дата обращения: 20.06.2021).
7. Колодяжная Т.А., Яворская Н.В., Зайцева О.И. Структурные и функциональные нарушения мембран эритроцитов у детей с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы в онтогенезе //

- Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. С. 97-99. <https://science-education.ru/article/view?id=29202>
8. Курьянова Е.В., Ступин В.О., Зиновьева К.И. // Нейронаука для медицины и психологии: сборник трудов XIII международного междисциплинарного конгресса. Судак: Изд. МАКС Пресс. 2017. С. 408-409.
 9. Монгалёв Н.П., Рубцова Л.Ю., Потолицына Н.Н. Эритроциты лыжников-гонщиков мужчин и женщин в годовом цикле // Siberian journal of life sciences and agriculture. 2019. Т. 11, № 2. С. 24-45. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2019-11-2-24-45>
 10. Орлов С.Н. Мембранная теория патогенеза артериальной гипертензии: что мы знаем об этом полвека спустя? // Bulletin of Siberian Medicine. 2019. Т. 18, №2. С. 234-247. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-2-234-247>
 11. Особенности стресс-реактивных изменений частоты сердцебиений, адренореактивности эритроцитов и показателей свободнорадикального гомеостаза крови при блокаде бета-адренорецепторов и М-холинорецепторов / Трясучев А.В., Курьянова Е.В., Ступин В.О., Остроушко Т.С., Дьяконова В.Ф. // Научные труды V Съезд физиологов СНГ. Сочи-Дагомыс: Изд. «Медицина-Здоровье», 2016. С. 136.
 12. Попова Н.М., Гарипова Ч.А., Семёнова А.В. Актуальность и значимость синдрома вегетативной дисфункции у детей и подростков в практике врача педиатра // Научный медицинский журнал «Авиценна». 2019. № 36. С. 4-9.
 13. Синдром вегетативной дисфункции у детей и подростков / Чутко Л.С., Корнишина Т.Л., Сурушкина С.Ю., Яковенко Е.А., Анисимова Т.И., Волов М.Б. // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. Т. 118, №1. С. 43-49. <https://doi.org/10.17116/jnevro20181181143-49>
 14. Якубова Р.Р., Мурин А.В. Способ оценки дестабилизации мембран эритроцитов // Лаб. Дело. 1990. № 5. С. 26-29.
 15. Correlations of the glycemic variability with oxidative stress and erythrocytes membrane stability in patients with type 1 diabetes under intensive treatment/ Rodrigues R., Alves de Medeiros L., Cunha L., da Silva Garrote-Filho M., Neto M., Jorge P., Resende E., Penha-Silva N. // Diabetes Res. Clin. Pract., 2018, vol. 144. pp. 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.01.031>
 16. da Silva Garrote-Filho M., Bernaqrino-Neto M., PenhaSilva N. Influence of erythrocyte membrane stability in atherosclerosis // Curr. Atheroscler. Rep., 2017, vol. 19, no. 4, Article number: 17. <https://doi.org/10.1007/s11883-017-0653-2>
 17. Demographic and clinical features of pediatric patients with orthostatic intolerance and an abnormal head-up tilt table test; A retrospective descriptive study / Gourishankar A., Belton M.D., Hashmi S.S., Butler I.J., Lankford J.E., Nu-

- man M.T. // *Pediatr. Neonatol*, 2020, no. 1, pp. 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.06.012>
18. Douglas A., Gentile D., Bailey K. et al. Internet gaming disorder in children and adolescents // *Pediatrics*, 2017, vol. 140, no. 2, pp. 81-85. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758h>
 19. Genc D., Vaičienė-Magistris N., Zaborskis A. et al. The prevalence of headache disorders in children and adolescents in Lithuania: a schools-based study // *J. Headache Pain*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 73-81. <https://doi.org/10.1186/s10194-020-01146-x>
 20. Paraiso L.F., Goncalves-E-Oliveira A.F., Cunha L.M. et al. Effects of acuter and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers // *PLoS One*, 2017, vol. 12, no. 2, e0171318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171318>
 21. Shuaibi S., AlAshqar A., Ahmed S. et al. Primary Headache Disorder Among School Students in Kuwait // *Front Neurol.*, 2021, vol. 12, e621017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.621017>
 22. Treatment of somatic symptom disorder in childhood: evidence-based psychotherapy interventions / Tamás R., Perczel-Forintos D., Máté O., Gyenge Z. // *Orv Hetil*, 2020, vol. 161, no 25, pp. 1050-1058. <https://doi.org/10.1556/650.2020.31740>

Referens

1. Belokon' N. A. Kuberger M. B. *Bolezni serdtsa i sudov u detey: Rukovodstvo dlya vrachej* [Diseases of the heart and blood vessels in children: A guide for doctors]. M.: Meditsina, 1987, 447 p.
2. Boldyrev A.A. Kyayvyaryaynen YE.I., Ilyukha V.A. *Biomembranologiya: uchebnoye posobiye* [Biomembranology: textbook]. Petrozavodsk: Izdatel'stvo Kar NTS RAN, 2006, 226 p.
3. Vladimirov YU.A., Dobretsov G.E. *Fluorestantsnyye zondy v issledovanii biologicheskikh membrane* [Fluorescent probes in the study of biological membranes] M.: Nauka, 1980, 320 p.
4. Vladimirov YU.A. Kal'tsiyevyye nasosy zhivoy kletki [Living Cell Calcium Pumps]. *Sorovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*. 1998, no 3, pp. 20-27.
5. Golubeva M. G. Osmoticheskaya rezistentnost' eritrotsitov, metody opredeleniya i korrektsii, znachenie pri razlichnykh patologiyakh [Osmotic resistance of erythrocytes, methods of determination and correction, significance in various pathologies]. *Uspekhi sovremennoy biologii*. 2019, vol. 139, no. 5, pp. 446-456. <https://doi.org/10.1134/S004213241905003X>

6. Zhiyenbayeva, N. B. Izmaylova A. M. Psikhologicheskiye osobennosti razvitiya lichnosti v mladshem shkol'nom vozraste [Psychological features of personality development in primary school age]. *Molodoy uchenyy*, 2018, vol. 197, no. 11, pp. 116-119. URL: <https://moluch.ru/archive/197/48818/>. (date of access: 20.06.2021)
7. Kolodyazhnaya T.A., Yavorskaya N.V., Zaytseva O.I. Strukturnyye i funktsional'nyye narusheniya membran eritrotsitov u detey s posledstviyami perinatal'nogo porazheniya tsentral'noy nervnoy sistemy v ontogeneze [Structural and functional disorders of erythrocyte membranes in children with consequences of perinatal damage to the central nervous system in ontogenesis]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2019, no. 5, pp. 97-99. <https://science-education.ru/article/view?id=29202>
8. Kur'yanova YE.V., Stupin V.O., Zinov'yeva K.I. *Neyronauka dlya meditsiny i psikhologii: sbornik trudov XIII mezhdunarodnogo mezhdistsiplinarnogo kongressa*. [Neuroscience for medicine and psychology: proceedings of the XIII International Interdisciplinary Congress]. Sudak: Izd. MAKS Press, 2017, pp. 408-409.
9. Mongal'ev N.P., Rubtsova L.YU., Potolitsyna N.N. Eritrotsity lyzhnikov-gonshchikov muzhchin i zhenshchin v godovom tsikle [Red blood cells of male and female cross-country skiers in the annual cycle]. *Siberian journal of life sciences and agriculture*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 24-45. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2019-11-2-24-45>
10. Orlov S.N. Membrannaya teoriya patogeneza arterial'noy gipertenzii: chto my znayem ob etom polveka spustya?[Membrane theory of arterial hypertension pathogenesis: what do we know about this half a century later?]. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2019, vol. 18, no. 2, pp. 234-247. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-2-234-247>
11. Tryasuchev A.V., Kur'yanova YE.V., Stupin V.O., Ostroushko T.S., D'yakonova V.F. Osobennosti stress-reaktivnykh izmeneniy chastoty serdtsebiyeniya, adreno-reaktivnosti eritrotsitov i pokazateley svobodnoradikal'nogo gomeostaza krovi pri blokade beta-adrenoretseptorov i M-kholinoretseptorov [Features of stress-reactive changes in heart rate, erythrocyte adrenoreactivity, and indicators of free radical blood homeostasis during beta-adrenoreceptor and M-cholinergic receptor blockade]. *Nauchnyye trudy V Syezd fiziologov SNG* [Scientific works V Congress of physiologists of the CIS]. Sochi-Dagomys: Izd. Meditsina-Zdorov'ye, 2016, p. 136.
12. Popova N.M., Garipova CH.A., Sem'anova A.V. Aktual'nost' i znachimost' sindroma vegetativnoy disfunktsii u detey i podrostkov v praktike vracha peditra. [Aktual'nost' i znachimost' sindroma vegetativnoy disfunktsii u detey i podrostkov v praktike vracha peditra]. *Avitsenna*, 2019, no. 36, pp. 4-9.

13. Chutko L. S., Kornishina T. L., Surushkina S. YU., Yakovenko YE. A., Anisimova T. I., Volov M. B. Sindrom vegetativnoy disfunktsii u detey i podrostkov [Autonomic dysfunction syndrome in children and adolescents]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*, 2018, vol. 118, no. 1, pp. 43-49. <https://doi.org/10.17116/jnevro20181181143-49>
14. Yakubova R.R., Murin A.V. Sposob otsenki destabilizatsii membran eritrotsitov [Method for assessing the destabilization of erythrocyte membranes]. *Lab. Delo*, 1990, no. 5, pp. 26-29.
15. Rodrigues R., Alves de Medeiros L., Cunha L., da Silva Garrote-Filho M., Neto M., Jorge P., Resende E., Penha-Silva N. Correlations of the glycemic variability with oxidative stress and erythrocytes membrane stability in patients with type 1 diabetes under intensive treatment. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 2018, vol. 144, pp. 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.01.031>
16. da Silva Garrote-Filho M., Bernaqrino-Neto M., PenhaSilva N. Influence of erythrocyte membrane stability in atherosclerosis. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 2017, vol. 19, no. 4, Article number: 17. <https://doi.org/10.1007/s11883-017-0653-2>
17. Gourishankar A., Belton M.D., Hashmi S.S., Butler I.J., Lankford J.E., Numan M.T. Demographic and clinical features of pediatric patients with orthostatic intolerance and an abnormal head-up tilt table test; A retrospective descriptive study. *Pediatr. Neonatol*, 2020, no. 1, pp. 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.06.012>
18. Douglas A., Gentile D., Bailey K. et al. Internet gaming disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 2017, vol. 140, no. 2, pp. 81-85. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758h>
19. Genc D., Vaičienė-Magistris N., Zaborskis A. et al. The prevalence of headache disorders in children and adolescents in Lithuania: a schools-based study. *J. Headache Pain*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 73-81. <https://doi.org/10.1186/s10194-020-01146-x>
20. Paraiso L.F., Goncalves-E-Oliveira A.F., Cunha L.M. et al. Effects of acuter and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers. *PLoS One*, 2017, vol. 12, no. 2, e0171318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171318>
21. Shuaibi S., AlAshqar A., Ahmed S. et al. Primary Headache Disorder Among School Students in Kuwait. *Front Neurol.*, 2021, vol. 12, e621017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.621017>
22. Tamás R., Perczel-Forintos D., Máté O., Gyenge Z. Treatment of somatic symptom disorder in childhood: evidence-based psychotherapy interventions. *Orv Hetil*, 2020, vol. 161, no. 25, pp. 1050-1058. <https://doi.org/10.1556/650.2020.31740>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Колодяжная Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»

ул. Партизана Железняка, 3г, 660022, г. Красноярск, Российская Федерация

tat2360955@mail.ru

Зайцева Ольга Исаевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»

ул. Партизана Железняка, 3г, 660022, г. Красноярск, Российская Федерация

1081959@mail.ru

Зайцева Жанна Геннадьевна, младший научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»

ул. Партизана Железняка, 3г, 660022, г. Красноярск, Российская Федерация

89831549968@mail.ru

Игнатова Ирина Акимовна, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии

ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН «НИИ МПС»

ул. Партизана Железняка, 3г, 660022, г. Красноярск, Российская Федерация

ignatovai@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatyana A. Kolodyazhnaya, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Scientific Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

tat2360955@mail.ru

SPIN-code: 3790-4954

ORCID: 0000-0001-5695-4880

Olga I. Zaitseva, Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Scientific Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

1081959@mail.ru

SPIN-code: 2500-1508

ORCID: 0000-0001-7199-2308

Researcher ID: K-2006-2018

Scopus Author ID: 57192690998

Zhanna G. Zaitseva, Junior Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Scientific Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

89831549968@mail.ru

SPIN-code: 3481-6440

ORCID: 0000-0001-6863-7014

Irina A. Ignatova, Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Clinical Pathophysiology

Scientific Research Institute of Medical Problems of the North

3g, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

ignatovai@mail.ru

SPIN-code: 2270-7722

ORCID: 0000-0003-3327-7631

Scopus Author ID: 56541424700

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-131-143

УДК 551.4.631.6

ГЕОТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ КУРТИННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

А.С. Рулев, Г.А. Рулев, О.В. Рулева

Целью исследований являлось обоснование геотопологической парадигмы создания куртинных насаждений с учетом особенностей почвенно-ландшафтного покрова юга Приволжской возвышенности и Северных Ергеней.

Материалы и методы. Исследования проводились в течение 1988-2020 гг. на юге Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской области. Тестовый полигон был заложен в бывшем ОПХ «Качалинское» ВНИАЛМИ (ныне землепользование «Качалинское» Иловлинского района). На основе дешифрирования аэроснимков и наземных исследований был проанализирован мезо- и микрорельеф территории. Почвенно-ландшафтный покров изучался сравнительно-географическим методом. На основе данных камерального и полевого дешифрирования с нивелировкой местности были предложены схемы куртинных насаждений на лугово-каштановых почвах.

Результаты работы. Куртинные насаждения дисперсного и линейно-модульного типа размер куртин 14x22 м, число деревьев – 46-50, рядов – 6 с размещением 1-2,5 м. Технология создания базировалась на авторском патенте (SU 1692388). Таксационное обследование 2020 г. показало, что сохранность куртин дисперсного размещения – 7; модульно-линейного типа – 17, а также сохранились отдельные био группы деревьев. Ростовые показатели в сохранившихся куртинах были выше у вяза приземистого (*Ulmus pumila*) $10,0 \pm 0,12$ робинии псевдоакации (*Robinia pseudoacacia*) $13,9 \pm 0,9$ м, ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata*). В тоже время в насаждениях на каштановых солонцеватых почвах высота древостоев варьировала от 5,5 м – 8 м.

Заключение. *Технология создания куртинных насаждений сводится к адаптации элементов создания к внутривидовому варьированию лесопригодности, т.е. приспособлению систем лесомелиорированных работ к пространственной неоднородности конкретных литофациальных и морфологических условий, связанных с особенностью мезо- и микрорельефа.*

Ключевые слова: *геотопология; фитотопологические карты; западины; лугово-каштановые почвы; куртины*

Для цитирования. *Рулев А.С., Рулев Г.А., Рулева О.В. Геотопологическое обоснование создания куртинных насаждений // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 131-143. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-131-143*

GEOTOPOLOGICAL JUSTIFICATION FOR THE ESTABLISHMENT OF SHRUBBERY PLANTATIONS

A.S. Rulev, G.A. Rulev, O.V. Ruleva

Purpose. *Was to substantiate the geotopological paradigm of creating curtain plantings, taking into account the features of the soil and landscape cover of the south of the Volga Upland and northern Ergenes.*

Materials and methods. *Study were carried out during 1988-2020 in the south of the Volga Upland within the Volgograd region. The test site was laid in the former OPH "Kachalinskoye" VNIALMI (now the land use "Kachalinskoye" of the Povolinsky district). The meso-and microrelief of the territory was analyzed on the basis of deciphering aerial photographs and ground – based studies. The soil and landscape cover was studied by a comparative geographical method. Based on the data of desk and field decoding with leveling of the terrain, schemes of curtain plantings on meadow-chestnut soils were proposed.*

Results. *The work are obtained. Curtain plantings of dispersed linear-modular type curtain and size 14x22 m, number of trees – 46-50, rows – 6 with placement of 1-2,5 m. The creation technology was based on the author's patent (SU 1692388). The taxational survey of 2020 showed that the preservation of the curtains of dispersed placement is – 7; of the modular-linear type is – 17, as well as individual tree biogroups have been preserved. The growth rates in the preserved kurtins were higher in the squat elm (*Ulmus elfberry*) 10.0 ± 0.12 robinia pseudoacacia (*robinia pseudoacacia*) 13.9 ± 0.9 m, lanceolate ash (*Fraxinus lanceolata*). At the same time, in plantings on chestnut saline soils, the height of stands varied from 5.5 m to 8 m.*

Conclusion. *The technology of creating curtain plantings is reduced to the adaptation of the elements of creation to the intra-profile variation of forest suitability, i.e., the adaptation of forest-reclaimed work systems to the spatial heterogeneity of specific lithofacial and morphological conditions associated with the peculiarity of meso- and microrelief.*

Keywords: *geotopology; phytotopological maps; zapadiny; meadow-chestnut soils; kurtiny*

For citation. *Rulev A.S., Rulev G.A., Ruleva O.V. Geotopological Justification for the Establishment of Shrubbery Plantations. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 131-143. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-131-143*

Впервые научное обоснование термина «геотопология» дал В.Б. Сочава [4], этот термин получил широкое распространение в физической географии, ландшафтоведение [11], в лесомелиорации ландшафтов [11]. Однако, ранее в начале XX века Г.Н. Высоцким [1, 6], была предложена концепция создания фитотопологических карт.

В дальнейшем при исследовании лесных насаждений Ергенинской возвышенности, проводили в рамках своей концепции оценку состояния насаждений и соответствия их условий лесопригодности.

Г.Н.Высоцкий [6] предложил понятие «фитотопологические карты» для картографирования местопроизрастаний растений. На фитотопологических картах отражалось мезо и микрорайонирование растительного покрова.

Он предложил выделение экотонов в геоморфологическом профиле на равнинных ландшафтах:

- плакоры и водоразделы;
- водораздельные ложбины;
- нижние присетвые части склонов-плаккативы;
- низинная часть балок с выходом грунтовых вод.

Кроме того, Г.Н. Высоцкий ввел в научную терминологию: микро рельеф, дессукация, иллювий, депрессия, денудация и др.

Л.Г. Раменский [17] и В.Б. Сочава [10] дали толчок дальнейшему формированию геотопологии т.е. обозначив этим термином дифференциацию ландшафтного покрова на низшие таксономические единицы.

Дальнейшее формирование геотопологии, связано с тем, что метод «пластики» трансформировался в морфодинамический анализ рельефа, предложенный А.Н. Ласточкиным [1, 19, 21, 23] в строгих математических алгоритмах.

К геотопологии очень близко подошла ландшафтная экология [12, 18, 20-22, 23-26], которая выделяет следующие понятия:

- матрица – зональные ландшафты
- пятна – азональные структуры
- коридоры – интразональные элементы.

Таким образом, в лесной мелиорации геотопологический подход включает:

- морфодинамику мезо-микрорельефа;
- структуру почвенно-ландшафтного покрова;
- создание биокоридоров (лесных полос) в ландшафте.

Западины и падины определяют комплексность и пятнистость рельефа. Впервые это описал Н.А. Димо [7] в 1907 г. На примере микрокомплексно-трехчленного комплекса почвенно-растительного покрова.

В структуре почвенного покрова комплексы и пятнистость преобладают в Северо-Западном Прикаспии, а в почвенном покрове юга Приволжской возвышенности и Ергеней – катенарные сочетания [2, 3, 9, 10, 13, 15], которые определяются гравитационным (латеральным) стоком вещества.

Геотопологическая парадигма создания куртинных насаждений должна быть реализована с учетом особенностей почвенно-ландшафтного покрова Северного Прикаспия и юга Приволжской возвышенности и Северных Ергеней. Функционирование древостоев лимитируется на исконно безлесных автоморфных светло-каштановых почвах – дополнительной влагозарядкой за счет метелевого снегонакопления и поверхностного стока [5, 8, 9, 13, 16]. На юге Приволжской возвышенности грунтовые воды не участвуют во влагообороте, глубина залегания 20 м и ниже.

Материалы и методы

Исследования проводились в течение 1988-2020 гг. на юге Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской области. Тестовый полигон был заложен в б. ОПХ «Качалинское» ВНИАЛМИ (ныне землепользование «Качалинское» Иловлинского района). На основе дешифрирования аэроснимков и наземных исследований был проанализирован мезо- и микрорельеф территории. Почвенно-ландшафтный покров изучался сравнительно-географическим методом [16].

В 1988-1991 гг. были заложены куртинные насаждения дисперсного и линейно-модульного типа [12, 14]. Они приведены к потяжено-ложбинному комплексу гидрографической сети. Технология создания базировалась на авторском патенте (SU 1692388). Сущность которого сводится к

адаптации элементов технологии создания куртинных насаждений к внутрифациальному варьированию лесопригодности т.е. приспособлению систем лесомелиоративных работ к пространственной неоднородности конкретных литофациальных (мезо- и микрорельефных) и топоэдофических условий.

Тип почвы лугово-каштановые (каштановые, гидрометаморфизированные).

Типичные с глубоко развитым профилем (80-120 см) – (AU-A-ВМК-ВМ-ВСАпс,q) (A-B₁-B₂-Вк-Сс) Морфологическое описание дано в таблице 1.

Почвенный покров представлен преимущественно каштановыми почвами. Система почвенных горизонтов каштановых почв согласно принятой классификации и диагностики почв (1977, 2004 гг.) [2, 3, 14, 15] приведены ниже:

Тип почв – каштановые:

- типичные с глубоко развитым профилем (80-120 см) – AJ-ВМК-САТ-Сса [A-B(B₁)-ВСк(Ск)-Сс];
- типичные со средне развитым профилем – (50-80 см) – AJ-ВМК-САТ-Сса [A-B(B₁)-ВСк(Ск)-Сс];
- типичные на двухчленах –AJ-ВМК-САТ-Сса-Р [A-B(B₁)-ВСк(Ск)-Р].

Размер куртин 14×22 м, число деревьев – 46-50, рядов – 6 с размещением 1-2.5 м.

В 2020 году проводилось таксационное обследование: изучались пространственная ориентация, породный состав, возраст, подрост, схема смешения, количество рядов, расстояние между рядами и посадочными местами в ряду, ширина лесных полос, конструкция.

Таким образом, в исследованиях генерировалась, а затем модернизировалась методология и методика почвенно-геоморфологических катенарных сечений (на мезо- и микроуровнях), включающее изучение: мезорельефа и его пластики, структуры почвенного покрова и микрорельефа, оценки лесопригодности почв, таксационное обследование.

Результаты и обсуждение

Агроландшафт на территории ОПХ «Качалинское» в 1989-1994 гг. практически был полностью распахан. По аэрофотоснимкам М 1:23000 была определена ложбинно-потяженная сеть, в ней были выделены 17 литофациальных комплексов. На основе данных камерального и полевого дешифрирования с невелировкой местности были предложены схемы куртинных насаждений.

Таблица 1.

**Морфологические признаки каштановых почв
(Землепользование «Качалинское»)**

Вариант	Мощность горизонтов, см			Начало вскипа- ния кар- бонатов	Начало выделе- ния кар- бонатов
	A (AU)	A+B ₁ (AU ₂)	A+B ₁ +B ₂ (ВМК)		
лугово-каштановая	25	42	58	58	58
каштановая полнопрофильная	16	35	45	35	45

Содержание гумуса лугово-каштановых почв в слое 0-40 см составило 1,84%, а в каштановой почве в слое 0-40 см 0,97%. В потяженно-ложбинной сети преобладают лугово-каштановые почвы, т.е. формируются литофациальные комплексы (ЛФК) с более высокой лесопригодностью.

В первую очередь, определяющим является более высокое увлажнение, в течение вегетационного периода. Практически весенние запасы в ЛФК были в 2 раза выше, чем на каштановых почвах и достигали 300-350 мм.

В 1989 г на участке в 370 га была создана система дисперсных (случайных) насаждений в ложбинно-потяженных литофациальных комплексах.

В 1990-1991 гг на участке площадью 430 га были заложены куртинные насаждения модульно-линейного типа.

Между куртинами осуществлялась система сухого земледелия, с 1994 г. она была прекращена и земля была выведена из сельскохозяйственного оборота.

Из-за отсутствия агротехнических и лесоводственных уходов куртинные насаждения деградировали. Таксационное обследование 2020 г. показало, что сохранность куртин дисперсного размещения – 7; модульно-линейного типа – 17, а также отдельные био группы деревьев.

Анализ морфометрических характеристик ЛФК показали, что емкости понижения 3-8 м³ (площадью 200-600 м²) происходило перераспределение поступления влаги в почву не только весной, но и выпадение весенне-летних ливневых осадков. Дополнительное увлажнение с водосбора 0,1 га за один ливень при стоке 5% обеспеченность 8 м³, при стоке 10% обеспеченность 4м³ [4].

Таксационное обследование 2020 г. ростовые показатели в сохранившихся куртинах были выше у вяза приземистого (*Ulmus pumila L*) 10,0 ±0,12 м, робинии псевдоакалии (*Robinia pseudoacacia*) 13,9 ±0,9 м, ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata*) 6,7±0,19.

В тоже время в насаждениях на каштановых солонцеватых почвах высота древостоев варьировала от 5,5 м – 8,0 м.

Технологии создания куртинных насаждений дисперсного или линейно-модульного типа, должны базироваться на авторском свидетельстве SU 1692388 «Способ обработки почв культуры растений».

Заключение

В 1989-1990 гг. были заложены куртинные насаждения дисперсного (случайного) и линейно-модульного типа на территории «землепользования Качалинское». Технология создания куртинных насаждений сводится к адаптации элементов к пространственному варьированию лесопригодности, т.е. приспособлению систем лесомелиоративных работ к пространственной неоднородности конкретных литофациальных и морфологических условий, связанных с особенностью мезо- и микро-рельефа.

Список литературы

1. Высоцкий Г.Н. О фитотопологических картах, способах их составления и практическом значении // Почвоведение. 1909. № 2. С. 97-125.
2. Геоморфология: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. Образование / под ред. А.Н. Ласточкина, Д.В. Лопатина. 2-е изд., перераб. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 464 с.
3. Иванова Е.Н. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Наука, 1976. 226 с.
4. Картографирование классов бонитета лесов Приморского края на основе спутниковых изображений и данных о характеристиках рельефа / Сочилова Е.Н., Сурков Н.Б., Ершов Д.Б., Егоров Б.А., Барталев С.С., Барталев С.А. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15, № 5. С. 96-109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-5-96-109>
5. Коваль Ю.Н. Лесные пожары на территории Ермаковского муниципального района Красноярского края в 2018 году // Siberian Journal of life Sciences and Agriculture 2020. Т. 12, №5. С. 42-52. <http://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-42-52>
6. Кулик К.Н., Пугачева А.Н. Структура растительных сообществ залежных земель в системе куртинных защитных лесных насаждений в сухих степях // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 4. С. 77-85.
7. Несват А.П., Родимцева А.В., Бабенышева Н.В. Современное состояние и перспективы развития защитного лесоразведения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2. С. 15–17.

8. Особенности роста Робинии псевдоакации в условиях степной зоны / Иванисова Н.В., Седой Р.Г., Бабошко О.Н., Куринская Л.В. // Лесоведение. 2021. №3. С. 240-249. <http://doi.org/10.31857/S0024114821030062>
9. Рулев А.С., Кошелева О. Ю., Шинкаренко С. С. Геоморфологические критерии проведения лесомелиорации ландшафтов (на примере Приэльтонья) // Геоморфология. 2017. № 2. С. 63-71. <http://doi.org/10.15356/0435-4281-2017-2-63-71>
10. Рулев А.С. Почвенно-таксационная оценка модульных полезащитных лесных полос // Лесохозяйственная информация. 2021. №1. С.83-92. <http://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2021.1.07>
11. Рулев Г.А., Анопин В.Н. Геотопологический подход в исследованиях состояния придорожных лесных насаждений // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. № 39(58). С. 101-109.
12. Рулев Г.А., Почвенно-таксационное обследование придорожных лесных полос вяза приземистого (*Ulmus Pumila*) // Лесоведение. 2021. №2. С. 116-123. <http://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2021.2.10>
13. Сапанов М.К., Климатогенные ограничения аридного лесовыращивания // Лесоведение. 2020. №1. С. 46-54. <http://doi.org/10.31857/S0024114820010131>
14. СНиП 2.01.14–83. Определение расчетных гидрологических характеристик. М.: утв. постановлением Госстроя СССР, 1983. 41 с.
15. Тимерьянов А.Ш. Защитные лесные насаждения и воспроизводство агро-лесных ландшафтов // Доклады РАСХН. 2012. № 6. С. 47-50.
16. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Изд-во Мысль, 1972. 416 с.
17. Шинкаренко С.С., Солодовников Д.А., Омаров Р.С. Изучение и картографирование ландшафтов полуострова Сарептский на Нижней Волге // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15, №3 (56). С. 86-96. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-86-96>
18. Blaschke, T. 'Energy landscapes': Meeting energy demands and human aspirations // Biomass and Bioenergy. 2013, No. 55. P. 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.11.022>
19. Cherubini F., Santaniello F., Hu X., Sonesson J., Hammer Strømman A., Weslien J., Djupström L.B., Ranius T. Climate impacts of retention forestry in a Swedish boreal pine forest // J Land Use Sci. 2018. Vol. 13, № 3. P. 301–318. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2018.1529831>
20. Fischer J., Meacham M., Queiroz C. A plea for multifunctional landscapes // Front Ecol Environ. 2017. Vol. 15, № 2. P. 59–59. <https://doi.org/10.1002/fee.1464>

21. Guidelines for Soil Description and Classification Central and Eastern European Students' Version / M. Switoniak, C. Kabala, A. Karklins. Torun, 2018. 286 p.
22. Hallinger M., Johansson V., Schmalholz M., Sjöberg S., Ranius T. Factors driving tree mortality in retained forest fragments // *For Ecol Manag.* 2016. Vol. 368. P. 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.023>
23. Laginha Pinto Correia D., Raulier F., Filotas É., Bouchard M. Stand height and cover type complement forest age structure as a biodiversity indicator in boreal and northern temperate forest management // *Ecol Indic.* 2017. Vol. 72. P. 288–296. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.033>
24. Mori A.S., Lertzman K.P., Gustafsson L. Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology // *J Appl Ecol.* 2017. Vol. 54. P. 12–27. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12669>
25. Naveh Z. Ecosystem and landscapes – a critical comparative appraisal // *Journal of Landscape Ecology.* 2010. Vol. 3, No. 1, pp. 64–81. <https://doi.org/10.2478/v10285-012-0024-1>
26. Tanyukevich V.V., Kulik A.V., Domanina O.I., Tyurin S.V., Kvasha A.A. Fires in arid agroforestral landscapes and their damage assessment // *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen.* 2019. Vol. 61, № 2. P. 99–107. <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.2.10>

References

1. Vysockij G.N. O fitotopologicheskikh kartah, sposobah ih sostavleniya i prakticheskom znachenii [About phytotopological maps, how to make them and their practical importance]. *Pochvovedenie [Eurasian Soil Science]*, 1909, no. 2, pp. 3–16.
2. *Geomorfologiya: ucheb. posobie dlya stud. uchrezhdenij vyssh. Prof. Obrazovanie [Geomorphology: textbook for students of higher professional education institutions]*. A.N. Lastochkina, D.V. Lopatina. M: Izdatel'skij centr «Akademiya» Publ., 2011, p. 464.
3. *Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR [Classification and diagnosis of soils in the USSR]*. E.H. Ivanova. M: Nauka Publ., 1976, p. 226.
4. Kartografirovanie klassov boniteta lesov Primorskogo kraja na osnove sputnikovykh izobrazheniy i dannykh o kharakteristikakh rel'efa [Mapping of forest bonus classes in Primorsky Krai based on satellite images and data on terrain characteristics] / Sochilova E.N., Surkov N.B., Ershov D.B., Egorov B.A., Bartalev S.S., Bartalev S.A. // *Modern problems of remote sensing of the Earth from space.* 2018. Vol. 15. no 5. pp. 96–109. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2018-15-5-96-109>
5. Koval' YU.N. Lesnye pozhary na territorii Ermakovskogo municipal'nogo rajona Krasnoyarskogo kraja v 2018 godu [Forest fires on the territory of the Ermakovsky municipal district of the Krasnoyarsk Territory in 2018] *Siberian*

- Journal of life Sciences and Agriculture*, 2020, vol.12, no. 5, pp. 42-52. <http://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-5-42-52>
6. Kulik K.N., Pugacheva A.N. Struktura rastitel'nykh soobshchestv zaleznykh zemel' v sisteme kurtinnykh zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v sukhikh stepyakh [Structure of fallow land plant communities in the system of curtain protective forest stands in dry steppes] // *Arid ecosystems*. 2016. Vol. 22. no 4. pp. 77-85.
 7. Nesvat A.P., Rodimtseva A.V., Babenysheva N.V. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya [Current state and prospects for the development of protective afforestation] // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2011. no 2. pp. 15–17.
 8. Ivanisova N.V., Sedoj R.G., Baboshko O.N., Kurinskaya L.V. Osobennosti rosta Robinii psevdoakacii v usloviyah stepnoj zony [Features of the growth of Robinia pseudo-acacia in the conditions of the steppe zone]. *Lesovedenie* [Contemporary Problems of Ecology], 2021, no. 3, pp. 240-249. <http://doi.org/10.31857/S0024114821030062>
 9. Rulev A. S., Kosheleva O. YU., SHinkarenko S. S. Geomorfologicheskie kriterii provedeniya lesomelioracii landshaftov (na primere Priel'ton'ya) [Geomorphological criteria for forest reclamation of landscapes (the example of the Elton region)]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2017, no. 2, pp. 63-71. <http://doi.org/10.15356/0435-4281-2017-2-63-71>
 10. Rulev A.S, Ruleva O.V., Suchkov D.K. *Pochvenno-taksacionnaya ocenka modul'nyh polezashchitnykh lesnykh polos* [Soil-taxation assessment of modular protective forest strips]. *Lesohozyajstvennaya informatsiya*, 2021, no. 1, pp. 83.-92. <http://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2021.1.07>
 11. Rulev G.A., Anopin V.N. Geotopologicheskij podhod v issledovaniyah sostoyaniya pridorozhnykh lesnykh nasazhdenij [Geotopological approach in studies of roadside forest plantations]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture], 2015, vol. 39, no 58, pp.101-109.
 12. Rulev G.A. Pochvenno-taksacionnoe obsledovanie pridorozhnykh lesnykh polos vyaza prizemistogo (*Ulmus Pumila*) [Soil-taxation survey of roadside forest strips of squat elm (*Ulmus Pumila*)] *Lesovedenie*, 2021, no. 2, pp. 116-123. <http://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2021.2.10>
 13. Sapanov M.K. Klimatogennye ogranicheniya aridnogo lesovyrashchivaniya [Climatogenic limitations of arid forest growth] *Lesovedenie*, 2020, no.1, pp. 46-54. <http://doi.org/10.31857/S0024114820010131>

14. SNiP 2.01.14-83 Opređenje raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik [Determination of design hydrologic characteristics] Gosstroy of the USSR (State Committee of the Council of Ministers of the USSR for Construction). 1983
15. Timer'yanov A.Sh. Zashchitnye lesnye nasazhdeniya i vosproizvodstvo agrole-snykh landshaftov [Protective forest plantings and reproduction of agroforest landscapes] // *Reports of RASKHN*. 2012. no 6. pp. 47-50.
16. *Struktura pochvennogo pokrova* [Structure of the soil cover]. V.M. Fridland. M.: Mysl' Publ., 1972, p. 419.
17. Shinkarenko S.S., Solodovnikov D.A., Omarov R.S. Izuchenie i kartografirovanie landshaftov poluoostrova Sareptskiy na Nizhney Volge [Izuchenie i kartografirovanie landscapes of the Sareptsky Peninsula on the Lower Volga] // *Yug Rossii: ecology, development..* 2020. Vol. 15. no 3 (56). pp. 86-96. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-86-96>
18. Blaschke, T. 'Energy landscapes': Meeting energy demands and human aspirations. *Biomass and Bioenergy*, 2013, no. 55, pp. 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.11.022>
19. Cherubini F., Santaniello F., Hu X., Sonesson J., Hammer Strømman A., Weslien J., Djupström L.B., Ranius T. Climate impacts of retention forestry in a Swedish boreal pine forest. *J Land Use Sci.*, 2018, vol. 13, no. 3, pp. 301–318. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2018.1529831>
20. Fischer J., Meacham M., Queiroz C. A plea for multifunctional landscapes. *Front Ecol Environ.*, 2017, vol. 15, no. 2. pp. 59–59. <https://doi.org/10.1002/fee.1464>
21. Guidelines for Soil Description and Classification Central and Eastern European Students' Version / M. Switoniak, C. Kabala, A. Karklins. Torun, 2018, 286 p.
22. Hallinger M., Johansson V., Schmalholz M., Sjöberg S., Ranius T. Factors driving tree mortality in retained forest fragments. *For Ecol Manag.*, 2016, vol. 368, pp. 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.023>
23. Laginha Pinto Correia D., Raulier F., Filotas É., Bouchard M. Stand height and cover type complement forest age structure as a biodiversity indicator in boreal and northern temperate forest management. *Ecol Indic.*, 2017, vol. 72, pp. 288–296. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.033>
24. Mori A.S., Lertzman K.P., Gustafsson L. Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology. *J Appl Ecol.*, 2017, vol. 54, pp. 12–27. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12669>
25. Naveh Z. Ecosystem and landscapes – a critical comparative appraisal. *Journal of Landscape Ecology*, 2010, vol. 3, no. 1, pp. 64-81. <https://doi.org/10.2478/v10285-012-0024-1>

26. Tanyukevich V.V., Kulik A.V., Domanina O.I., Tyurin S.V., Kvasha A.A. Fires in arid agroforestral landscapes and their damage assessment. *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen*, 2019, vol. 61, no. 2, pp. 99-107. <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.2.10>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Рулев Александр Сергеевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов
*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
Университетский просп., 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
rulev54@rambler.ru*

Рулев Глеб Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов
*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
Университетский просп., 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
g.heroes@yandex.ru*

Рулева Ольга Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов
*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
Университетский просп., 97, г. Волгоград, 400062, Российская Федерация
bifu@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr S. Rulev, Dr. sc. agr., Senior Researcher
*Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences
97, Universitetsky prosp., Volgograd, 400062, Russian Federation*

rulev54@rambler.ru
SPIN-code: 4975-7230
ORCID: 0000-0001-6152-288X
ResearcherID: E-6770-2014
Scopus Author ID: 57190982345

Gleb A. Rulev, Cand. sc. agr., Researcher

*Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation
and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences
97, Universitetsky prosp., Volgograd, 400062, Russian Federation*
g.heroes@yandex.ru
SPIN-code: 4975-7230
ORCID: 0000-0002-5815-0448
ResearcherID: X-8997-2018
Scopus Author ID: 57222153846

Olga V. Ruleva, Dr. sc. agr., Senior Researcher

*Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation
and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences
97, Universitetsky prosp., Volgograd, 400062, Russian Federation*
bifu@mail.ru
SPIN-code: 4975-7230
ORCID: 0000-0002-7343-4227
ResearcherID: B-5269-2017
Scopus Author ID: 57220645913

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-144-158

УДК 636.2.034

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ И ЭТИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ЗАДЕРЖАНИЕ ПЛОДНЫХ ОБОЛОЧЕК У КОРОВ

*И.А. Родин, А.В. Седов, А.В. Капустин,
В.В. Кремянский, Ю.А. Горбачёва*

В число основных причин задержания плодных оболочек, по мнению многих специалистов, входит нарушение кровообращения в матке, отёк тканей карункулов, приводящий к ущемлению ворсинок хориона, ослабление сократительной функции матки, а также сращение карункулов с котиледонами в результате возникающих в них воспалительных процессов. При этом гемодинамические расстройства и гипотония матки, заметно преобладают над остальными. Причиной задержания плодных оболочек, следует считать циркуляцию крови в материнской части плаценты, обусловленную высокой концентрацией в ней несвязанного гепарина и низкой концентрацией аскорбиновой кислоты. Гипокинезия, выделяемая рядом авторов как один из основных этиологических факторов возникновения задержания плодных оболочек, в условиях привязного содержания животных такой большой роли, по всей вероятности, не играет.

***Цель.** Изучить распространённость и этиологические факторы, обуславливающие задержание плодных оболочек у коров.*

***Материалы и методы.** За период с 2015 по 2021-й год в стадах коров, принадлежащих УОХ «Краснодарское» и УОХ «Кубань» и находившимся под наблюдением, зарегистрировано 194 (83 в УОХ «Краснодарское» и 111 в УОХ «Кубань») случая патологии родового процесса, обусловленной задержанием плодных оболочек у коров. Численность дойных коров стада в разные годы колебалась в пределах от 795 до 845, и составляла в среднем 830 голов. Из них в 2015 году задержание плодных оболочек зарегистрировано у 22 коров (2,65%), в 2016 году у 19 (2,29%), в 2017 году у 32 (3,86%), в 2018 году у 35 (4,2%), в 2019 году у 29 (3,5%), в 2020 году у 26 (3,02%) и в 2021 году у 31 коровы (3,73%).*

Определение упитанности животных производили по общепринятой методике – системе определения упитанности BCS.

Зондирование сетки коров проводили в трёх сериях опытов по методикам Меликсетяна и Коробова используя магнитные зонды вышеуказанных авторов.

Сбор анамнеза осуществляли путём опроса ветеринарных врачей и обслуживающего персонала.

Результаты исследований подвергнуты математической обработке с использованием стандартных программ статистического анализа для IBM PC (пакет STADIA). Достоверность результатов определялась по параметрическому критерию Стьюдента.

Результаты. *Результаты обработки полученных данных свидетельствуют о том, что со второй половины апреля по август показатель задержания плодных оболочек у коров, по отношению к среднегодовому, заметно возрастает и достигает 12,35% от всех отелившихся коров. Между тем, многие исследования, проведённые в условиях ферм и комплексов, свидетельствуют о том, что в тёплое время года патология родов, связанная с задержанием плодных оболочек, значительно снижается. В связи с этим, нами была принята попытка проведения анализа условий содержания, кормления и осеменения коров, предшествующих развитию данной патологии у животных, находящихся в учебно-опытных хозяйствах.*

Заключение. *Анализируя этиологические факторы, обуславливающие задержание плодных оболочек у коров учебно – опытных хозяйств, можно сделать вывод, что развитие данной патологии родового периода у коров находится в тесной связи с состоянием кормовой базы в хозяйствах и с наличием у животных гельминтной инвазии. Была выявлена закономерность между наличием в сетке коров травмирующих инородных предметов, вызывающих травматический ретикулит, и возникновением у них в последующем хронического плацентита, приводящего к задержанию плодных оболочек.*

Ключевые слова: *этиология задержания последа; плодные оболочки; хронический плацентит; травматический ретикулит*

Для цитирования. *Родин И.А., Седов А.В., Капустин А.В., Кремянский В.В., Горбачёва Ю.А. Распространённость и этиологические факторы, обуславливающие задержание плодных оболочек у коров // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 144-158. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-144-158*

PREVALENCE AND ETIOLOGICAL FACTORS CAUSING THE RETENTION OF THE PLACENTA IN COWS

**I.A. Rodin, A.V. Sedov, A.V. Kapustin,
V.V. Kremyanskiy, Yu.A. Gorbacheva**

Among the main reasons for the retention of the membranes, weakening of the contractile function of the uterus, as well as fusion of caruncles with cotyledons as

a result of inflammatory processes arising in them. At the same time, hemodynamic disorders and hypotonia of the uterus, according, noticeably prevail over the rest. The reason for the retention of the membranes, should be considered the blood circulation in the maternal part of the placenta, due to the high concentration of unbound heparin in it and the low concentration of ascorbic acid. Hyperkinesia, allocated by a number of authors animals, in all likelihood, does not play such a big role.

Purpose. *To study the prevalence and etiological factors responsible for the retention of membranes in cows.*

Materials and methods. *For the period from 2015 to 2021, in the herds of cows belonging to the Krasnodarskoe EF and the Kuban EF and were under supervision, 194 cases of pathogenic process due to the retention of membranes in cows. The number of dairy cows in the herd in different years ranged from 795 to 845, and averaged 830 heads. Of these, in 2015, the retention of membranes was registered in 22 cows (2.65%), in 2016 in 19 (2.29%), in 2017 in 32 (3.86%), in 2018 in 35 (4.2%), in 2019 for 29 (3.5%), in 2020 for 26 (3.02%) and in 2021 for 31 cows (3.73%).*

The research results were subjected to mathematical processing using standard statistical analysis programs for the IBM PC. The reliability of the results was determined by the parametric Student's test.

Results. *The results of processing the obtained data indicate that from the second half of April to August, the rate of retention of membranes in cows, in relation to the average annual, increases markedly and reaches 12.35% of all calving cows. Meanwhile, many studies carried out in the conditions of farms and complexes indicate that in the warm season, the pathology of childbirth associated with the retention of the membranes is significantly reduced. In this regard, we made an attempt to analyze the conditions of keeping, feeding and insemination of cows prior to the development of this pathology in animals in training and experimental farms.*

Conclusion. *Analyzing the etiological factors that determine the retention of the membranes in cows of educational and experimental farms, it can be concluded that the development of this pathology of the birth period in cows is in close connection with the state of the fodder base in farms and with the presence of helminth infestation in animals. A regularity was revealed between the presence of traumatic foreign objects in the cows' net, causing traumatic reticulitis, and the subsequent occurrence of chronic placentitis in them, leading to the retention of the membranes.*

Keywords: *etiology of the retention of the placenta; fetal membranes; chronic placentitis; traumatic reticulitis*

For citation. *Rodin I.A., Sedov A.V., Kapustin A.V., Kremyanskiy V.V., Gorbachev Yu.A. Prevalence and etiological factors causing the retention of membranes in cows. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 144-158. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-144-158*

Введение

По данным А.П. Студенцова (1972), А.Г. Нежданова (1978), В.Я. Никитина и многих других отечественных и зарубежных специалистов изучение распространённости и этиологических факторов, обуславливающих задержание плодных оболочек у коров является весьма актуальным. У животных разных видов родовой акт заканчивается отделением плодных оболочек в определённые сроки [3,10,14]. Принято считать, что о задержании последа можно говорить, если он не выделился у коровы - через 6 ч (по мнению некоторых специалистов – 10 – 12 ч) после рождения плодов [4, 7, 13].

К сожалению сроки отделения плодных оболочек по многим причинам могут быть увеличены [1, 6].

Впервые в условиях Краснодарского края изучены распространённость и этиологические факторы, обуславливающие задержание последа у коров.

Целью данной работы явилось изучение распространённости и этиологических факторов, обуславливающих задержание плодных оболочек у коров.

Материалы и методы исследования

За период с 2015 по 2021-й год в стадах коров, принадлежащих УОХ «Краснодарское» и УОХ «Кубань» и находившимися под наблюдением, зарегистрировано 194 (83 в УОХ «Краснодарское» и 111 в УОХ «Кубань») случая патологии родового процесса, обусловленной задержанием плодных оболочек у коров. Численность дойных коров стада в разные годы колебалась в пределах от 795 до 845, и составляла в среднем 830 голов. Из них в 2015 году задержание плодных оболочек зарегистрировано у 22 коров (2,65%), в 2016 году у 19 (2,29%), в 2017 году у 32 (3,86%), в 2018 году у 35 (4,2%), в 2019 году у 29 (3,5%), в 2020 году у 26 (3,02%) и в 2021 году у 31 коровы (3,73%).

Определение упитанности животных производили по общепринятой методике – системе определения упитанности BCS.

Зондирование сетки коров проводили по методикам Меликсетяна и Коробова используя магнитные зонды вышеуказанных авторов.

Сбор анамнеза осуществляли путём опроса ветеринарных врачей и обслуживающего персонала.

Результаты исследований подвергнуты математической обработке с использованием стандартных программ статистического анализа для IBM PC (пакет STADIA). Достоверность результатов определялась по параметрическому критерию Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Патология родов, обусловленная задержанием плодных оболочек, в анализируемые годы отмечена у 2,29-4,2% коров наблюдаемого стада. За период наблюдения (7 лет) уровень заболеваемости составил 3,32%. Эти показатели значительно отличаются от ранее опубликованных данных [8,11,15], изучавших данную проблему, где задержание плодных оболочек отмечается у 6,9-59,1% коров. По данным, полученным нами, можно отметить, что основной пик патологии родов, связанной с задержанием плодных оболочек у коров, приходится на весну и начало лета. Если высокие показатели заболеваемости с февраля по начало апреля можно объяснить массовыми отёлами, то сохраняющийся и далее высокий уровень заболеваемости приходится на месяцы, когда количество отёлов уменьшается.

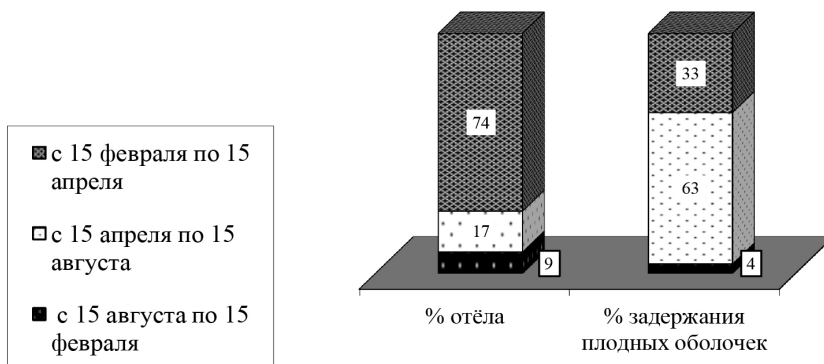


Рис. 1. Сезонность отёлов и задержания плодных оболочек

На рисунке 1 видно, что количество случаев задержания плодных оболочек не пропорционально количеству отёлов. При том, что примерно 74% отёлов приходится на период с 15 февраля по 15 апреля, на этот период приходится лишь 64 случая задержания плодных оболочек (33% от всех зарегистрированных). Около 17% коров телятся с 15 апреля по 15 августа. В этот период задержание плодных оболочек отмечается значительно чаще – у 122 коров (63%). В среднем около 9% коров телятся с 15 августа по 15 февраля. На них приходится около 4% случаев задержания плодных оболочек.

Кроме того, интересная, на наш взгляд, взаимосвязь прослеживается между возрастом коров и частотой развития у них патологии родов, обусловленной задержанием плодных оболочек (рисунок 2). Средние пока-

затели возраста коров, поступивших на лечение при данной патологии родов, составили 6,2 года, а возрастные показатели варьировали от 1 года и 9 месяцев до 17 лет. Наивысший уровень патологии родового процесса, обусловленной задержанием плодных оболочек, приходится на первый и второй отёлы, то есть на животных в возрасте 2,5–4,5 лет. На эту группу коров приходится 86 случаев задержания плодных оболочек (44,33%). В возрастной группе с 4,5 до 7 лет (с третьего по пятый отёл) зарегистрировано 34 (17,53%), а у животных старше 7 лет – 74 случая задержания плодных оболочек (38,14%).

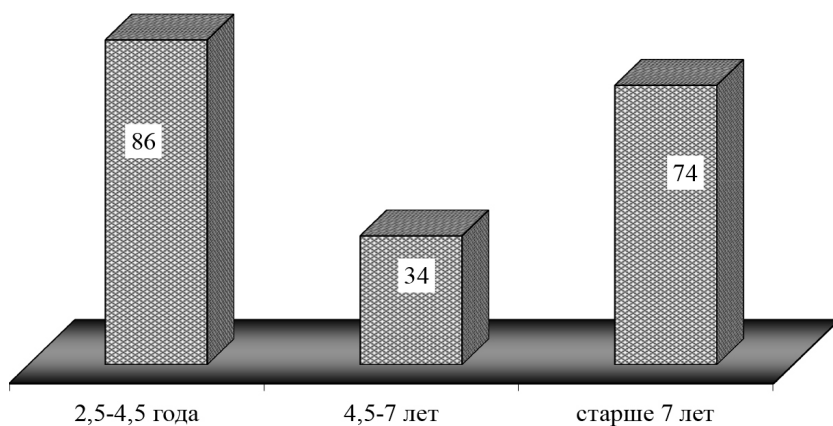


Рис. 2. Число коров с задержанием плодных оболочек в разных возрастных группах

* – по вертикали количество коров (голов)

Анализируя закономерность развития патологии родов, связанной с задержанием плодных оболочек, в зависимости от возраста коров, необходимо заметить, что чаще всего эта патология регистрируется у молодых коров, беременность и лактация которых совпадают с процессом их роста. Вторую по величине группу составляют коровы старше 7 лет. Эти данные сопоставимы с результатами наблюдений [9], которые установили, что в возрастной группе коров от 3 до 5 лет задержание плодных оболочек составило 6,4%, 6-9 лет – 7,6%, а у коров старше 9 лет этот показатель возрос до 12,4%.

Результаты обработки полученных данных свидетельствуют о том, что со второй половины апреля по август показатель задержания плодных оболочек у коров, по отношению к среднегодовому, заметно возрастает и

достигает 12,35% от всех отелившихся коров. Между тем, многие исследования, проведенные в условиях ферм и комплексов, свидетельствуют о том, что в тёплое время года патология родов, связанная с задержанием плодных оболочек, значительно снижается [12]. В связи с этим, нами была предпринята попытка проведения анализа условий содержания, кормления и осеменения коров, предшествующих развитию данной патологии у животных, находящихся в учебно-опытных хозяйствах.

При оказании ветеринарной помощи коровам с задержанием плодных оболочек было установлено, что у большинства животных мануальное отделение детской части плаценты от ткани карункула сопряжено с необходимостью приложения для этого значительных усилий. После их разъединения отмечалось обильное капиллярное кровотечение, свидетельствующее о травмировании сосудов железистой части карункулов. Только у 11 коров (5,67%), у которых отмечалось частичное задержание плодных оболочек, их мануальное отделение могло быть проведено без приложения значительных усилий и травмирования материнской части плаценты. На основании этого нами сделано предположение, что задержание плодных оболочек у большинства курируемых коров (94,33%) носит характер слипчивого плацентита.

На наш взгляд, преобладающим этиологическим фактором возникновения задержания плодных оболочек у коров становится развитие в беременной матке хронического воспалительного процесса, вызывающего плотное сращение ворсинок хориона с карункулами. По нашему мнению, этому в значительной мере способствует снижение резистентности организма животного, вызванное скудным и неполноценным кормлением в последние месяцы стельности, и сопутствующие заболевания органов пищеварения. Нами было замечено, что данная патология регистрируется у коров с упитанностью ниже средней значительно чаще, чем у животных средней и выше средней упитанности. Так, из обследованных нами за период наблюдения коров с задержанием плодных оболочек 181 из них имели упитанность ниже средней и только 13 животных были средней и выше средней упитанности. Как раз период с весны до середины лета в этом отношении наиболее неблагоприятен. После весенней бескормицы, когда запасы фуража, а это, в основном большинстве хозяйств, грубые корма (кукурузные стебли с листьями, полученные при сборе урожая, ячменная, соевая, гороховая, а иногда и пшеничная солома, шляпки, оставшиеся после обмолота подсолнечника, люцерновое или лесное сено и др.) подходят к концу, животных выгоняют на летне-лагерное содержание. Там они

зачастую поедают прошлогоднюю сухую траву и листья, а также молодые побеги злаковых трав, не достигшие стадии колошения, неполноценные в кормовом отношении. Фактически животные голодают. О дефиците в организме минеральных веществ свидетельствуют нередкие весной случаи поедания коровами земли, глины, лизание стен коровников, что подтвердилось актами лабораторного исследования кормов.

Отдельно следует сказать о роли дегельминтизации в профилактике истощения продуктивных животных. Гельминтозы создают благоприятные условия для возникновения патологий предродового и родового периода. Высокая концентрация скота на традиционных участках летних лагерей (неудобья, заболоченные долины, обочины дорог, опушки лесных насаждений и т. д.) приводит к высокой интенсивности инвазии различными видами гельминтов. Это, наряду со скудной кормовой базой, ведёт к значительному исхуданию и снижению не только продуктивности коров, но и резистентности их организма. Показателен тот факт, что за 7 лет зарегистрировано всего 37 случаев (19%) возникновения задержания плодных оболочек у дегельминтизированных в конце пастбищного периода коров. У дегельминтизированных коров не было отмечено ни одного случая предродового залёживания. В то же время, задержание плодных оболочек, носящее характер слипчивого плацентита, было установлено у всех коров, у которых залёживание началось не менее чем за неделю до отёла.

Нельзя обойти вниманием такой важный этиологический фактор в развитии слипчивого плацентита, как наличие хронического воспалительного процесса в сетке коров и нетелей, вызванного длительным пребыванием в её полости металлических инородных предметов. Высокая степень засорения мест выпаса скота ферромагнитными объектами приводит к тому, что достаточно часто животные, у которых зарегистрировано задержание плодных оболочек, уже в момент оказания им терапевтической помощи или через 3-5 дней после отёла проявляли признаки травматического воспаления сетки. При зондировании коров данной группы магнитными зондами Меликсетяна и Коробова установлено, что у 173 (89,2%) животных в сетке присутствовали острые инородные предметы, способные внедриться в стенку сетки или же повредить её. Логично предположить, что травматический ретикулит, развившийся у коров на поздних сроках стельности, протекал вначале в скрытой, субклинической форме, и только в момент родовой деятельности, в результате более глубокого проникновения травмирующего предмета в стенку сетки, происходило его обострение. Таким образом, в результате трёх серий опытов и с учётом повторяемости резуль-

татов, нами была выявлена закономерность между наличием в сетке коров травмирующих инородных предметов, вызывающих травматический ретикулит, и возникновением у них в последующем хронического плацентита, приводящего к задержанию плодных оболочек.

Кроме сказанного выше, не следует упускать из виду и микробный фактор развития осложнений родового периода. Так, из данных анамнеза известно, что многие из заболевших животных до плодотворного осеменения по несколько раз были безрезультатно искусственно осеменены, и клинически выраженных признаков воспалительных заболеваний органов размножения у них выявлено не было. В ряде случаев, после нескольких безуспешных попыток искусственного осеменения, у коров и тёлочек развивался клинически выраженный эндометрит или цервицит. О недостаточно высоком уровне культуры искусственного осеменения позволяет судить и тот факт, что из 194 коров, у которых зарегистрировано задержание плодных оболочек, как установлено из данных анамнеза, лишь у 63 (32,5%) стельность наступила в результате искусственного осеменения. У остальных 67,5% коров последняя до заболевания стельность наступала в результате осеменения быком (которых содержат в УОХ с учебной целью).

Следует отметить тот факт, что за весь период наблюдения только у 3-х коров (из 191) после проведённого нами курса лечения данная патология была отмечена и на следующий год. Тем интереснее каждый из этих случаев. В каждом из них упитанность коровы была выше средней. Условия кормления и содержания – хорошие, зоогигиенические параметры в пределах нормы. Меры по профилактике гельминтозов и травматического ретикулита соблюдались неукоснительно. Все три коровы были высокой продуктивности (7000 и более литров молока за лактацию) и примерно одного возраста – 7-8 лет. У всех перед плодотворным осеменением было по 2-3 безуспешные попытки искусственного осеменения. Это позволяет предположить, что в данном случае ятрогенный фактор выступал как основной и, возможно, единственный.

Исходя из результатов проведённых нами наблюдений, можно предположить, что риск возникновения задержания плодных оболочек находится в тесной связи с состоянием кормовой базы в учебно-опытных хозяйствах (что подтверждается данными лабораторных исследований кормов), а также с наличием у животных гельминтной инвазии (фасциолёз, дикроцелиоз, мониезиоз, диктиокаулёз и др.) и металлических инородных предметов в сетке, приводящих к развитию травматического ретикулита.

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод, что из-за существенного различия в условиях содержания скота проблема заболеваемости коров задержанием плодных оболочек в УОХ имеет хорошо выраженные особенности. Наиболее заметна существенная разница в распространённости данной патологии родового периода среди животных, находящихся в условиях промышленного комплекса, фермы и крестьянского хозяйства. Показатель заболеваемости в них коррелирует на уровне соответственно 6,9-59,1% (М.А. Белобороденко с соавт., 2016) и 2,29-4,2% (Г.В. Казеев с сотр., 2002). Хорошо прослеживается сезонная динамика показателя заболеваемости коров. Так, было отмечено, что пик заболеваемости приходится на период с начала апреля по конец июня. При этом установлено, что количество случаев задержания плодных оболочек не пропорционально количеству отёлов. Со второй половины апреля по август показатель задержания плодных оболочек у коров по отношению к среднегодовому заметно возрастает и составляет в среднем 12,35% от всех отелившихся в этот период коров.

Заключение

Анализируя этиологические факторы, обуславливающие задержание плодных оболочек у коров учебно-опытных хозяйств, можно сделать вывод, что развитие данной патологии родового периода у коров находится в тесной связи с состоянием кормовой базы в хозяйствах и с наличием у животных гельминтной инвазии. Была выявлена закономерность между наличием в сетке коров травмирующих инородных предметов, вызывающих травматический ретикулит, и возникновением у них в последующем хронического плацентита, приводящего к задержанию плодных оболочек.

Список литературы

1. Белобороденко М.А. Профилактика репродуктивных расстройств у коров / М.А. Белобороденко, Т.А. Белобороденко, А.М. Белобороденко, Д.Ф. Белобороденко, А.В. Дёмкина, В.И. Губский, И.А. Родин, И.И. Дубровин, Ю.А. Писарева // Ветеринария Кубани. 2016. № 2. С. 10-12. http://vetkuban.com/num2_201603.html
2. Зуев Н.П. Этиология, профилактика и лечение сельскохозяйственных животных и птицы при массовых болезнях молодняка с гастроэнтеральным и респираторным синдромами / Н.П. Зуев, А.В. Хмыров, Р.А. Добрунов, Е.Н. Зуева, И.А. Родин, В.В. Евдокимов, С.Н. Зуев, Р.А. Мерзленко, В.Ю. Ковалева // Монография. ФГОУ ВПО Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина. Белгород, 2015. 173 с.

3. Казеев Г.В. Лазеротерапия и лазеропунктура при акушерско-гинекологических заболеваниях коров / Г.В. Казеев, И.И. Балковой, В.Н. Миронов, В.И. Родин, В.М. Баранников, Л.Н. Кудрина // Ветеринария. 2002. № 2. С. 34.
4. Поветкин С.Н. Дополнительный лабораторный анализ ветеринарно-санитарного направления: выявление токсинов и микроорганизмов с применением цифровых технологий / С.Н. Поветкин, А.Х. Шантыз, Ю.В. Якимов, И.А. Родин, И.В. Зирук, Г.В. Осипчук, С.С. Вачевский // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2014. Т. 220, № 4. С. 188-191.
5. Родин И.А. Способ комплексной профилактики и лечения эндометри-тов, маститов у коров и диспепсии у их потомства / И.А. Родин, А.В. Перебора // Патент РФ на изобретение № 2134116 , 10.08.1999. Заявка № 98105795/13 от 25.03.1998.
6. Селянинов Д.Б. Влияние некоторых видов патогенетической терапии на состав крови / Д.Б. Селянинов, С.С. Вачевский, Г.В. Осипчук, И.А. Родин, С.Н. Поветкин // Ветеринария Кубани. 2012. №4. С. 20-22. http://vetkuban.com/num4_201210.html
7. Belyaev N.G. Effect of training on femur mineral density of rats / Belyaev N.G., Rzhepakovsky I.V., Timchenko L.D., Areshidze D.A., Simonov A.N., Nagdalian A.A., Rodin I.A., Rodin M.I., Povetkin S.N., Koshchekchi M.E. // Biochemical and Cellular Archives, 2019, vol. 19, no. 2. P. 3549–3552. <https://doi.org/10.35124/bca.2019.19.2.3549>
8. Fenchenko N.G. Probiotic supplement for feeding aberdeen-angus bulls: Influence on the growth rate and quality of meat / Fenchenko N.G, Khairullina N.I, Kilmetova I.R, Sabitov M.T., Rodin I.A., Gorlov I.F, Mosolov A.A.// International Journal of Pharmaceutical Research. 2020, vol. 12, no. 3. P. 950–956. <https://doi.org/10.31838/IJPR/2020.12.03.147>
9. Ilyasov K.K. Features of the phytopharmacological preparations in the metaphylaxis of urolithiasis / K.K. Ilyasov, E.L. Demchenkov, A.S. Chernyshkov, I.A. Rodin, S.V. Pushkin, S.N. Povetkin, D.B. Selyaninov, T.G. Ambartsumov // Pharmacophore, 2020, vol. 11, no. 5. P. 66-71. <https://pharmacophorejournal.com/article/features-of-the-phytopharmacological-preparations-in-the-metaphylaxis-of-urolithiasis>
10. Koshchaev A.G. Experimental substantiation of PRP usage as a tubular bones fracture therapy / A.G. Koshchaev, A.N. Blazhenko, I.A. Rodin, M.L. Mukhanov, I.G. Kiselev // Advances in agricultural and biological sciences. 2017, Vol. 3, Iss. 5. P. 11-18. <https://doi.org/10.22406/aabs-17-3.5-11-18>
11. Nagdalian A.A. Why does the protein turn black while extracting it from insects biomass? / A.A. Nagdalian, N.P. Oboturova, D.V. Krivenko, I.A. Rodin, M.G.

- Lakovets // Journal of Hygienic Engineering and Design, 2019, Vol. 29, P. 145–150. <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2020/09/19.-Abstract-Andrey-A.-Nagdalian.pdf>
12. Nuzhnaya K.V. Computer simulation and navigation in surgical operations / K.V. Nuzhnaya, A.E. Mishvelov, S.S. Osadchiy, M.V. Tsoma, R.H. Slanova, A.M. Kurbanova, K.A. Guzheva, I.A. Rodin, A.A. Nagdalyan, I.V. Rzhepakovsky, S.I. Piskov, S.N. Povetkin, V.V. Mikhailenko // Pharmacophore, 2019. Vol. 10, № 4. P. 43–48. <https://pharmacophorejournal.com/article/computer-simulation-and-navigation-in-surgical-operations>
 13. Semenenko M.P. Modern View on the Use of Natural Bentonites in the Prevention of Gastroenteric Pathology of Piglets / M.P. Semenenko, E.V. Kuzminova, E.V. Tyapkina, I.A. Rodin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. № 6. P. 1513. [https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9\(6\)/\[205\].pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9(6)/[205].pdf)
 14. Zykova S.S. Hepatoprotective and Antioxidant Activity of 8,8-Dimethyl-5-P-Tolyl-3,4,7,8-Tetrahydro-2H-Pyrido[4,3,2-de]Cinnolin-3-One / S.S. Zykova, S.N. Shurov, I.A. Rodin, O.N. Oktyabr'skii, M.A. Kokhanov // Pharmaceutical Chemistry Journal, 2020, Vol. 54, № 8. P. 777–780. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02272-1>
 15. Zykova S.S. Synthesis and Biological Activity of 2-amino-1-aryl-5-(3,3 - dimethyl-2-oxobutylidene)-4-oxo-N-(thiazol-5-yl)-4,5-dihydro-1h-pyrrole-3-carboxamides / S.S. Zykova, N.M. Igidov, A.V. Zakhmatov, I.N. Chernov, I.A. Rodin // Pharmaceutical Chemistry Journal, 2018, Vol. 52, № 4. P. 198–204. <http://dx.doi.org/10.1007/s11094-018-1790-9>

References

1. Beloborodenko M.A., Beloborodenko T.A., Beloborodenko A.M., Beloborodenko D.F., Demkina A.V., Gubskiy V.I., Rodin I.A., Dubrovin I.I., Pisareva Yu.A. Veterinariya Kubani, 2016, no. 2, pp. 10–12. http://vetkuban.com/num2_201603.html
2. Zuev N.P., Khmyrov A.V., Dobrunov R.A., Zueva E.N. Rodin I.A., Evdokimov V.V., Zuev S.N., Merzlenko R.A., Kovaleva V.Yu. Etiologiya, profilaktika i lechenie sel'skokhozyaystvennykh zhitivotnykh i ptitsy pri massovykh boleznyakh molodnyaka s gastroenteral'nym i respiratornym sindromami [Etiology, prevention and treatment of farm animals and poultry in mass diseases of young animals with gastroenteric and respiratory syndromes]. Belgorod, 2015. 173 p.
3. Kazeev G.V., Balkovoy I.I., Mironov V.N., Rodin V.I., Barannikov V.M., Kudrina L.N. Veterinariya, 2002, no. 2, p. 34.

4. Povetkin S.N., Shantyz A.Kh., Yakimov Yu.V., Rodin I.A., Ziruk I.V., Osipchuk G.V., Vachevskiy S.S. Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana, 2014, vol. 220, no. 4, pp. 188-191.
5. Rodin I.A., Perebora A.V. Sposob kompleksnoy profilaktiki i lecheniya endometritov, mastitov u korov i dispepsii u ikh potomstva [A method of complex prevention and treatment of endometritis, mastitis in cows and dyspepsia in their offspring]. RF patent for invention № 2134116, 08/10/1999. Application № 98105795/13 dated March 25, 1998.
6. Selyaninov D.B., Vachevskiy S.S., Osipchuk G.V., Rodin I.A., Povetkin S.N. Veterinariya Kubani, 2012, no. 4, pp. 20-22. http://vetkuban.com/num4_201210.html
7. Belyaev N.G., Rzhepakovsky I.V., Timchenko L.D., Areshidze D.A., Simonov A.N., Nagdalian A.A., Rodin I.A., Rodin M.I., Povetkin S.N., Kopchekchi M.E. Effect of training on femur mineral density of rats. *Biochemical and Cellular Archives*, 2019, vol. 19, no. 2. P. 3549–3552. <https://doi.org/10.35124/bca.2019.19.2.3549>
8. Fenchenko N.G., Khairullina N.I., Kilmetova I.R., Sabitov M.T., Rodin I.A., Gorlov I.F., Mosolov A.A. Probiotic supplement for feeding aberdeen-angus bulls: Influence on the growth rate and quality of meat. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 2020, vol. 12, no. 3. P. 950–956. <https://doi.org/10.31838/IJPR/2020.12.03.147>
9. Ilyasov K.K., Demchenkov E.L., Chernyshkov A.S., Rodin I.A., Pushkin S.V., Povetkin S.N., Selyaninov D.B., Ambartsumov T.G. Features of the phytopharmacological preparations in the metaphylaxis of urolithiasis. *Pharmacophore*, 2020, vol. 11, no. 5, pp. 66-71. <https://pharmacophorejournal.com/article/features-of-the-phytopharmacological-preparations-in-the-metaphylaxis-of-urolithiasis>
10. Koshchaev A.G., Blazhenko A.N., Rodin I.A., Mukhanov M.L., Kiselev I.G. Experimental substantiation of PRP usage as a tubular bones fracture therapy. *Advances in agricultural and biological sciences*, 2017, vol. 3, no. 5, pp. 11-18. <https://doi.org/10.22406/aabs-17-3.5-11-18>
11. Nagdalian A.A., Oboturova N.P., Krivenko D.V., Rodin I.A., Lakovets M.G. Why does the protein turn black while extracting it from insects biomass? *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 2019, vol. 29, pp. 145–150. <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2020/09/19.-Abstract-Andrey-A.-Nagdalian.pdf>
12. Nuzhnaya K.V., Mishvelov A.E., Osadchiy S.S., Tsoma M.V., Slanova R.H., Kurbanova A.M., Guzheva K.A., Rodin I.A., Nagdalyan A.A., Rzhepakovsky I.V., Piskov S.I., Povetkin S.N., Mikhailenko V.V. Computer simulation and

- navigation in surgical operations. *Pharmacophore*, 2019, vol. 10, no. 4, pp. 43-48. <https://pharmacophorejournal.com/article/computer-simulation-and-navigation-in-surgical-operations>
13. Semenenko M.P., Kuzminova E.V., Tyapkina E.V., Rodin I.A. Modern View on the Use of Natural Bentonites in the Prevention of Gastroenteric Pathology of Piglets. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, vol. 9, no. 6, pp. 1513. [https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9\(6\)/\[205\].pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9(6)/[205].pdf)
 14. Zykova S.S., Shurov S.N., Rodin I.A., Oktyabr'skii O.N., Kokhanov M.A. Hepatoprotective and Antioxidant Activity of 8,8-Dimethyl-5-P-Tolyl-3,4,7,8-Tetrahydro-2H-Pyrido[4,3,2-de]Cinnolin-3-One. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2020, vol. 54, no. 8, pp. 777–780. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02272-1>
 15. Zykova S.S., Igidov N.M., Zakhmatov A.V., Chernov I.N., Rodin I.A. Synthesis and Biological Activity of 2-amino-1-aryl-5-(3,3 - dimethyl-2-oxobutylidene)-4-oxo-N-(thiazol-5-yl)-4,5-dihydro-1h-pyrrole-3-carboxamides. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2018, vol. 52, no. 4, pp. 198–204. <http://dx.doi.org/10.1007/s11094-018-1790-9>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Родин Игорь Алексеевич, доктор ветеринарных наук

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им.

И.Т. Трубилина

ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

d22003807@mail.ru

Седов Александр Вячеславович, ассистент

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им.

И.Т. Трубилина

ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

Капустин Алексей Викторович, ассистент

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им.

И.Т. Трубилина

ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

Кремьянский Владислав Владиславович, ассистент

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им.

И.Т. Трубилина

ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

Горбачёва Юлия Александровна, ассистент

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им.

И.Т. Трубилина

ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Igor A. Rodin, Doctor of Veterinary Science, Professor

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation

d22003807@mail.ru

SPIN-code: 9631-1015

ORCID: 0000-0002-9826-4367

Researcher ID: AAG-3555-2020

Scopus Author ID: 57197799178

Alexander V. Sedov, Assistant

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation

Alexey V. Kapustin, Assistant

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation

Vladislav V. Kremianskiy, Assistant

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation

Yulia A. Gorbacheva, Assistant

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russian Federation

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

BIOLOGICAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-159-174

УДК 612.13:613.166.9:616.155.34

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТВЕТА СИСТЕМЫ ИММУНИТЕТА ЧЕЛОВЕКА НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ПРЕБЫВАНИЕ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ, ОХЛАЖДЕННОЙ ДО -25°C

Л.В. Губкина, А.В. Самодова

Изучение влияния холода на индивидуальные особенности ответа иммунной системы человека имеет важное значение с позиции обеспечения адаптивных реакций пребывания человека среди экстремальных факторов внешней среды.

Цель исследования. Установить индивидуальные особенности ответа иммунной системы человека на кратковременное пребывание в воздушной среде, охлажденной до -25°C.

Материалы и методы. Проведен комплекс иммунологического исследования состава периферической венозной крови обследованных практически здоровых добровольцев (132 женщины и 40 мужчин) проживающих в г. Архангельске, в возрасте от 21 до 50 лет. Сбор крови производился из локтевой вены натощак утром до и сразу после общего охлаждения в течение 5 минут при температуре -25°C.

Результаты. Установлено, что 14,53% обследованных людей чувствительны к общему охлаждению и имеют исходный высокий уровень фоновой активности иммунной системы. Данные лица отреагировали снижением уровня лимфоцитов в крови в 1,5-4,5 раза за счёт всех функциональных форм лимфоцитов и повышением концентрации АТФ в лимфоцитах. Снижение содержания лимфоцитов в ответ на общее охлаждение ассоциировано с повышением концентрации провоспалительного ИЛ-6 и кортизола без изменений со стороны содержания ИЛ-1 β , ИЛ-4 и ИЛ-10.

Заключение. Действие холода на организм человека приводит к уменьшению числа лимфоцитов в венозной крови в 14,53% случаев, что можно объяснить снижением скорости кровотока в сосудистом русле и переходом лимфоцитов в пристеночный пул, а также, вероятно, увеличением продукции TNF- α , под влиянием которого наступает трансэндотелиальная миграция лимфоцитов в ткани.

Ключевые слова: холод; лимфоциты; цитокины; кортизол; АТФ

Для цитирования. Губкина Л.В., Самодова А.В. Индивидуальные особенности ответа системы иммунитета человека на кратковременное пребывание в воздушной среде, охлажденной до -25°C // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 159-174. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-159-174

INDIVIDUAL FEATURES OF THE RESPONSE OF THE HUMAN IMMUNITY SYSTEM TO A SHORT-TERM STAY IN AIRCOOLED TO -25°C

L.V. Gubkina, A.V. Samodova

The study of the influence of cold on the individual characteristics of the response of the human immune system is of great importance from the standpoint of ensuring the adaptive reactions of a person's stay among extreme environmental factors.

Purpose of the study. *To establish the individual characteristics of the response of the human immune system to a short-term stay in an air environment cooled to -25°C .*

Materials and methods. *A complex of immunological studies of the composition of the peripheral venous blood of the examined practically healthy volunteers (132 women and 40 men) living in the city of Arkhangelsk, aged from 21 to 50 years, was carried out. Blood was collected from the cubital vein on an empty stomach in the morning before and immediately after total cooling for 5 minutes at a temperature of -25°C .*

Results. *It was found that 14.53% of the examined people are sensitive to general cooling and have an initial high level of background activity of the immune system. These individuals reacted by decreasing the level of lymphocytes in the blood by 1.5-4.5 times due to all functional forms of lymphocytes and by increasing the concentration of ATP in lymphocytes. A decrease in the lymphocyte count in response to general cooling is associated with an increase in the concentration of pro-inflammatory IL-6 and cortisol without changes in the content of IL-1 β , IL-4 and IL-10.*

Conclusion. *The effect of cold on the human body leads to a decrease in the number of lymphocytes in the venous blood in 14.53% of cases, which can be explained by a decrease in the blood flow velocity in the vascular bed and the transition of lymphocytes to the parietal pool, as well as, probably, by an increase in the production of TNF- α , under the influence of which there is a transendothelial migration of lymphocytes into the tissue.*

Keywords: *cold; lymphocytes; cytokines; cortisol; ATP*

For citation. *Gubkina L.V., Samodova A.V. Individual Features of the Response of the Human Immunity System to a Short-Term Stay in Aircooled to -25°C. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 159-174. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-159-174*

Введение

Воздействие экстремальных факторов окружающей среды на организм вызывает ответную реакцию, в первую очередь, со стороны иммунной системы. Факторы окружающей среды, действуя на организм человека, вызывают ответные реакции, которые характеризуются мобилизацией адаптационных механизмов регуляции систем, в том числе и системы крови, изменяя её клеточный состав. Холод является одним из таких факторов и оказывает угнетающее действие на степень выраженности клеточного и гуморального иммунного ответа [1, 7]. Особую проблему в области знаний о влиянии общего охлаждения на организм человека составляют системные реакции с нарушениями микроциркуляции, рециркуляции и миграции клеток крови. При охлаждении организма происходят существенные изменения в системе крови: значительно изменяются морфофункциональные показатели, такие как количество клеток крови, объём, их подвижность. Влияние холода приводит к подавлению функциональной активности Т-лимфоцитов, снижая число Т-хелперов и Т-супрессоров на 10-15% [10]. Многочисленные данные касаются изменения циркуляции в сосудистой сетке кожи после ее охлаждения [20], а также снижения систолического кровяного давления при местном охлаждении в коже пальца [14]. В условиях воздействия низких температур происходит перестройка и активация метаболических процессов [9], обусловленная теплопотерями и компенсаторным повышением теплопродукции, соответственно резко возрастает потребность тканей в кислороде [10]. Существует ряд работ, показывающих продолжительную активацию иммунных реакций при длительном действии низких температур на организм, но эта активация наступает после первоначального подавления. Лимфоциты явля-

ются уникальными и основными иммунокомпетентными клетками [13], обеспечивающими специфический клеточный иммунитет организма, участвующими не только в иммунных реакциях, но и в процессах репарации, регенерации и воспаления. Переохлаждение организма приводит к значительному снижению В-лимфоцитов, уменьшая их значения до нижней границы нормы в первые дни после холодовой травмы, а далее медленно снижая, несколько месяцев спустя после охлаждения наблюдается иммунодефицит: на 4-8 сутки определяется дефицит Т-лимфоцитов [5, 6].

Цель исследования – установить индивидуальные особенности ответа иммунной системы человека на кратковременное пребывание в воздушной среде, охлажденной до -25°C .

Материалы и методы исследования

Обследовано 172 практически здоровых жителя г. Архангельска, из них 132 женщины и 40 мужчин, в возрасте от 21 до 50 лет, до и сразу после пребывания в холодовой камере (УШЗ-25Н, Россия) в течение 5 минут при температуре -25°C . Забор крови производился из локтевой вены натощак утром до и после кратковременного общего охлаждения. Все волонтеры на момент исследования не имели хронических и/или рецидивирующих заболеваний. Во время обследования соблюдались все этические нормы Хельсинской декларации и Директивов Европейского сообщества (2013 г.), у добровольцев получено письменное согласие на исследование.

Определяли систолическое и диастолическое артериальное давление (BP_{syst}, BP_{diast}, мм рт.ст.), температуру тела в ушном канале и на коже тыльной стороны правой кисти в помещении при температуре воздуха $+21,3^{\circ}\text{C}$ до общего охлаждения и после 5-минутного воздействия холодного воздуха при температуре -25°C с 8.00 до 10.00 часов утра. Температуру тела определяли с помощью медицинского электронного инфракрасного термометра DT-635 "A&D Company Ltd" (Япония) перед входом в камеру и после выхода из нее. Термометр устанавливался в ушной проход и на кожу руки перпендикулярно поверхности тела. Обследуемые лица находились в климатической камере в состоянии покоя и в положении стоя. Комплект одежды волонтеров включал нижнее белье, хлопчатобумажный халат и сменную обувь.

Комплекс иммунологического исследования включал изучение состава периферической венозной крови до и после общего кратковременного нахождения человека в камере при температуре -25°C . Количество клеток лейкограммы, нейтрограммы, моноцитограммы, лимфоцитограммы подсчитывали в мазках крови, окрашенных методом по Романовскому-Гимзе,

лимфоцитогамму – по методу И.А. Кассирского (1970), моноцитогамму определяли по О.Н. Григоровой (1956), нейтрограмму – по методу Й. Тодорова (1968). Фенотипирование лимфоцитов проводили в непрямой иммунопероксидазной реакции с использованием моноклональных антител («МедБиоСпектр», «Сорбент», г.Москва) и методом проточной цитометрии с помощью аппарата Epics XL фирмы «Beckman Coulter» (США) реактивами «Immunotech a Beckman Coulter Company» (Франция). Содержание цитокинов IL-1 β , IL-4, IL-6, IL-10, TNF- α (реактивы Bender Medsystems, Австрия) определяли методом иммуноферментного анализа в сыворотке крови на автоматическом иммуноферментном анализаторе Evolis фирмы Bio-RAD (Германия). Измерение количества АТФ в лимфоцитах проводили на люминометре ЛЮМ-1 компании «Люмтек» (Россия) с использованием стандартных наборов реактивов «Люмтек».

При статистической обработке данных использовалась программа «Statistica 10.0» (StatSoft, США). Полученные результаты представлены в виде среднего арифметического значения и ошибки среднего ($M \pm m$). Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05.

Результаты и обсуждение

Формирование адаптивной реакции организма обеспечивается изменением уровня фоновой активности иммунной системы. Известно, что для жителей северных регионов характерно повышение уровня фоновой активности [2].

Установлено, что у 14,53% обследованных лиц ($n=25$; 1 группа) происходило снижение уровня лимфоцитов в крови в 1,5-4,5 раза, 12,21% людей ($n=21$; 2 группа) отреагировали повышением содержания лимфоцитов в 1,5-2 раза и у 73,25% добровольцев ($n=126$; 3 группа) концентрация лимфоцитов до и после пребывания в холодовой камере не имела значимых различий. Индекс массы тела добровольцев в группах не отличался: соответственно 23,45 \pm 0,95, 22,05 \pm 0,49 и 23,81 \pm 0,39 кг/м². Средний возраст обследованных лиц в каждой группе составил 28,32 \pm 2,42; 31,29 \pm 1,62 и 31,29 \pm 1,03 лет соответственно. Ранее нами установлено, что после общего кратковременного пребывания в охлажденной среде температура кожи рук у испытуемых снижалась с 34,28 \pm 0,28 до 23,78 \pm 0,62 $^{\circ}$ C ($p<0,001$) без значимых различий температуры тела в ушном канале (36,80 \pm 0,08 и 36,00 \pm 0,80 $^{\circ}$ C; $p=0,356$) [11]. Показатели систолического и диастолического артериального давления существенно не изменялись при данных условиях (Таблица 1).

Таблица 1.

Показатели артериального давления обследованных лиц до и после пребывания в климатической камере (мм.рт.ст.)

	Систолическое давление		Диастолическое давление	
	До	После	До	После
1 группа (n=25)	123,95±2,96	123,36±3,40	75,57±1,91	76,09±1,65
2 группа(n=21)	121,29±2,83	121,84±3,15	75,29±1,74	76,00±2,27
3 группа(n=126)	122,70±1,75	124,03±2,01	77,07±1,16	76,49±1,38

В 1 группе обследованных добровольцев установлено снижение уровня лейкоцитов в венозной крови, после пребывания в холодной камере, преимущественно за счет снижения содержания лимфоцитов, в том числе малых, средних и больших форм в структуре лимфоцитограммы без изменения со стороны содержания нейтрофилов, моноцитов, эозинофилов и базофилов. Во 2 группе выявлено повышение содержания лейкоцитов за счет увеличения содержания нейтрофилов и лимфоцитов. В 3 группе людей после пребывания в климатической камере в течение 5 минут при $t = -25^{\circ}\text{C}$ наблюдалось значимое повышение содержание нейтрофилов преимущественно с 3 и 4 сегментами ядер, а также увеличение уровня в крови зрелых моноцитов ($p \geq 0,001$). Во всех группах обследованных лиц процент активных фагоцитов и интенсивность фагоцитоза нейтрофилов не изменялись (таблица 2).

Обращает внимание, что лица, отреагировавшие снижением содержания лимфоцитов в 1,5-4,5 раза после пятиминутного пребывания в условиях при $t = -25^{\circ}\text{C}$, имеют более высокий уровень фоновой активности иммунной системы (таблица 2).

Таблица 2.

Показатели клеток периферической венозной крови у практически здоровых лиц до и после пребывания в среде охлажденной до -25°C ($M \pm m$)

Показатель, 10^9 кл/л	1 группа (n=25)		2 группа (n=21)		3 группа (n=126)	
	До	После	До	После	До	После
Лейкоциты	5,57±0,36	4,67±0,51 **	4,69±0,42	5,75±0,58 ***	5,36±0,14	5,60±0,16 ***
Палочкоядерные нейтрофилы	0,21±0,03	0,20±0,03	0,20±0,03	0,26±0,03	0,23±0,02	0,22±0,02
Сегментоядерные нейтрофилы	2,52±0,25	2,65±0,36	2,40±0,28	2,85±0,43*	2,52±0,09	2,83±0,10 ***
Нейтрофилы	2,74±0,26	2,86 ±0,37	2,60±0,30	3,10±0,44*	2,75±0,09	3,05±0,11 ***
Моноциты	0,26±0,03	0,27±0,04	0,39±0,07	0,32±0,06	0,38±0,02	0,36±0,02

Окончание табл. 2.

Эозинофилы	0,10±0,02	0,08±0,01	0,10±0,01	0,14±0,02	0,12±0,01	0,13±0,01
Базофилы	0,05±0,02	0,02±0,02	0,05±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,03±0,003
Лимфоциты	2,47±0,17	1,44±0,14 ***	1,57±0,12	2,26±0,20 ***	2,08±0,07	2,04±0,07
Нейтрофилы с 2 сегментами ядра	0,74±0,07	0,72±0,09	0,71±0,09	0,85±0,12	0,85±0,04	0,92±0,04*
Нейтрофилы с 3 сегментами ядра	1,04±0,13	1,16±0,18	1,04±0,16	1,20±0,27	1,10±0,05	1,21±0,05 ***
Нейтрофилы с 4 сегментами ядра	0,57±0,09	0,59±0,14	0,41±0,07	0,51±0,11	0,45±0,02	0,54±0,03 ***
Нейтрофилы с 5+ сегментами ядра	0,11±0,02	0,09±0,02	0,07±0,01	0,07±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01*
Промоноциты	1,27±0,42	1,36±0,42	1,29±0,32	1,21±0,32	0,91±0,14	0,98±0,15
Зрелые моноциты	1,17±0,36	1,46±0,45	1,40±0,32	1,83±0,39	0,95±0,15	1,12±0,17 ***
Полиморфноядерные моноциты	0,29±0,09	0,40±0,14	0,40±0,09	0,57±0,15	0,28±0,04	0,30±0,05
Малые лимфоциты	0,90±0,17	0,51±0,07 **	0,30±0,08	0,50±0,12 **	0,74±0,06	0,81±0,06*
Средние лимфоциты	0,34±0,05	0,16±0,02 ***	0,14±0,04	0,19±0,05	0,41±0,04	0,33±0,03 ***
Большие лимфоциты	0,14±0,02	0,07±0,01 ***	0,06±0,02	0,06±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01 **
Процент активных фагоцитов, %	62,52±3,14	62,98±3,44	68,19±4,54	68,88±4,24	65,54±1,23	65,97±1,33
Фагоцитарное число, шт	6,25±0,66	6,66±0,72	5,28±0,60	5,18±0,39	5,26±0,31	5,45±0,30

Примечание: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$ – достоверность различий при сравнении результатов обследованных лиц до и после кратковременного воздействия на организм холода

Так, у обследованных лиц 1 группы выше исходное содержание лейкоцитов, в том числе лимфоцитов преимущественно активированных Т-лимфоцитов к IL-2 (CD25+), трансферрину (CD71+) и молекулам Главного комплекса гистосовместимости класса II (HLA DRII). В структуре лимфоцитограммы выше содержание малых форм клеток, которые, как известно, являются рециркулирующими Т-клетками резервного пула [13].

Снижение содержания лимфоцитов в крови обследованных добровольцев представляло наибольший интерес для рассмотрения и анализа в нашей работе. Лиц, отреагировавших снижением уровня лимфоцитов в крови, после пребывания в холодильной камере в течение 5 мин. при -25°C , относили к чувствительным к кратковременному воздействию холода.

После кратковременного воздействия охлажденного до -25°C воздуха у обследованных добровольцев 1 группы выявлено значимое снижение содержания всех изучаемых в работе фенотипов лимфоцитов (таблица 3).

Таблица 3.

Содержание фенотипов лимфоцитов периферической крови обследованных лиц 1 группы (n=25) до и после пребывания в охлажденной среде ($M\pm m$)

Показатели, $\times 10^9$ кл/л	До	После
CD3+	0,93 \pm 0,06	0,64 \pm 0,04***
CD4+	0,38 \pm 0,04	0,17 \pm 0,03***
CD8+	0,42 \pm 0,05	0,22 \pm 0,03***
CD10+	0,33 \pm 0,03	0,16 \pm 0,02***
CD71+	0,42 \pm 0,04	0,20 \pm 0,03***
CD23+	0,33 \pm 0,04	0,16 \pm 0,03***
CD25+	0,49 \pm 0,06	0,23 \pm 0,04***
CD16+	0,37 \pm 0,04	0,14 \pm 0,02***
HLADR II	0,48 \pm 0,07	0,23 \pm 0,03***
CD19+	0,61 \pm 0,07	0,29 \pm 0,05**
CD95+	0,32 \pm 0,03	0,18 \pm 0,03***

Примечание: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$ – достоверность различий при сравнении результатов с группой лиц до пребывания в холодильной камере.

При нахождении в камере с охлажденным до -25°C воздухом возрастала частота регистрации дефицитных состояний лимфоцитов в периферической венозной крови обследованных добровольцев, проживающих в г. Архангельске (таблица 4).

Таблица 4.

Показатели величины частоты дефицитных состояний лейкоцитов и лимфоцитов в периферической венозной крови у лиц, отреагировавших снижением содержания лимфоцитов на холодное воздействие, до и после пребывания в климатической камере ($M\pm m$)

Параметры, кл/л	До климатической камеры	После климатической камеры
Лейкоциты	20 \pm 1,78	56 \pm 2,98
Лимфоциты	12 \pm 1,38	56 \pm 2,98
CD4+	40 \pm 2,52	60 \pm 3,08
CD8+	8 \pm 1,13	48 \pm 2,76
CD71+	40 \pm 2,52	64 \pm 3,18
CD25+	44 \pm 2,64	68 \pm 3,28
HLADR	52 \pm 2,87	68 \pm 3,28
CD95+	56 \pm 2,98	68 \pm 3,28

Реакцию снижения числа лимфоцитов в крови в ответ на влияние охлажденного до -25°C воздуха в столь короткий период можно объяснить перераспределением циркулирующего и маргинального пулов лимфоцитов. Значительное замедление скорости кровотока в сосудистом русле способствует миграции иммунокомпетентных клеток и возможности прилипания их к стенке сосудов с последующим выходом за пределы кровеносного русла [17]. Однако значительное снижение содержания зрелых Т-клеток может привести к формированию Т-хелперного иммунодефицита. Действительно, сравнительный анализ частоты регистрации пониженных концентраций иммунокомпетентных клеток у обследованных лиц до и после кратковременного воздействия холода показал, что частота регистрации дефицита Т-хелперов, цитотоксических Т-лимфоцитов, активированных Т-лимфоцитов к IL-2, трансферрину, молекулам Главного комплекса гистосовместимости класса II и клеток к программируемой клеточной гибели, возрастала в 1,5-3,5 раза преимущественно у лиц, отреагировавших снижением содержания лимфоцитов на пребывание в охлажденной среде (таблица 4).

У людей 1 экспериментальной группы, в которой происходило снижение содержания лимфоцитов, установлено повышение концентрации провоспалительных цитокинов IL-6 (с $1,01 \pm 0,22$ до $2,03 \pm 0,36$ пг/м; $p < 0,01$) и TNF- α (с $1,77 \pm 0,36$ до $3,06 \pm 0,54$ пг/мл; $p < 0,01$) после пребывания в климатической камере. При этом значимых изменений со стороны содержания провоспалительных цитокинов IL-1 β (с $5,77 \pm 0,32$ до $5,41 \pm 0,23$ пг/мл), IL-4 (с $14,45 \pm 4,99$ до $11,35 \pm 0,98$ пг/мл) и противовоспалительного IL-10 (с $11,72 \pm 5,89$ до $11,23 \pm 5,14$ пг/мл) не выявлено (рисунок 1).

TNF- α является активатором миграции лейкоцитов в очаг воспаления и возбуждает реакцию образования других провоспалительных цитокинов IL-1, IL-6, IFN, GM-CSF, являющихся синергистами TNF- α [15]. Являясь медиатором цитотоксичности, TNF- α способен тормозить функциональную активность клеток, их дифференцировку и пролиферацию [8]. Интерлейкин-6, регулируя экспрессию гипоталамических нейропептидов [18], считается главным супрессором иммунного ответа опухолевого микроокружения [19], а также является основным индуктором главного регулятора уровня железа – гепсидина [16]. Существенный вклад вносит IL-6 в регуляцию синтеза острофазных белков, сопутствующего воспалению, через гипоталамус-гипофизарное регуляторное звено усиливает продукцию кортизола, который, в свою очередь, ингибирует экспрессию генов провоспалительных цитокинов [3, 4].

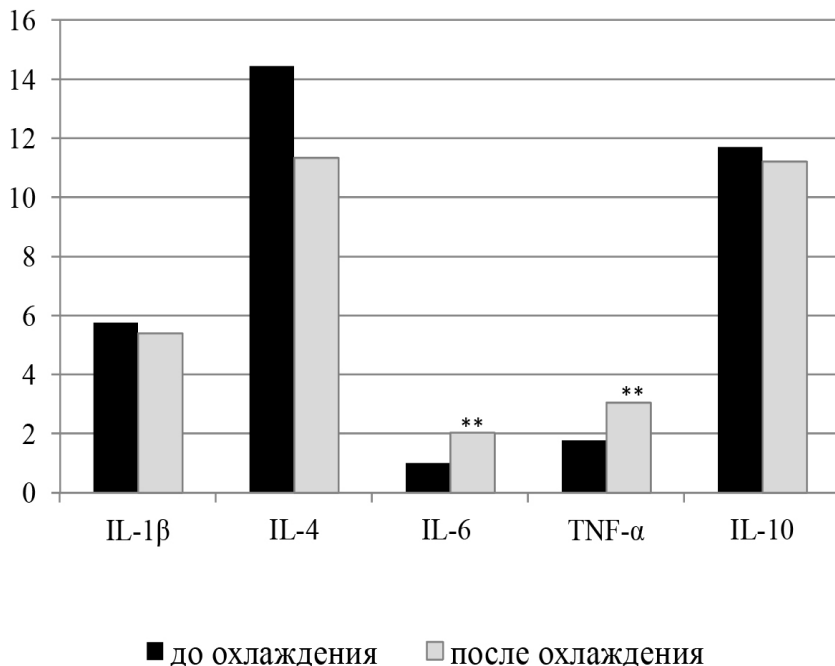


Рис. 1. Содержание провоспалительных и противовоспалительных цитокинов в венозной крови обследованных лиц 1 группы до и после пребывания в холодной камере.

Примечание: ** $p < 0,01$ – достоверность различий при сравнении результатов с группой лиц до пребывания в холодной камере.

Наряду с повышением содержания провоспалительных цитокинов в крови обследованных, в ответ на холодовое воздействие в течение 5 минут, выявлено увеличение концентрации кортизола (с $283,45 \pm 35,87$ до $963,24 \pm 56,38$ нмоль/л, $p = 0,008$). Кортизол играет важную роль в ответной реакции организма на стресс [12], помогая деактивировать наименее важные функции организма, чтобы направить всю энергию на моментальное решение проблемы. Ключевой эффект кортизола состоит в сохранении энергоресурсов организма. Установлено, что при действии на организм человека охлажденного до -25°C воздуха в течение 5 минут возрастает уровень АТФ в лимфоцитах с $1,32 \pm 0,36$ до $2,75 \pm 0,53$ мкмоль/млн.кл ($p = 0,006$). Повышение энергетического ресурса может быть обеспечено увеличением продукции провоспалительного цитокина TNF- α .

Заключение

Итак, 14,53% обследованных людей чувствительны к кратковременному общему холодовому воздействию и имеют исходный высокий уровень фоновой активности иммунной системы. Данные лица отреагировали снижением уровня лимфоцитов в крови в 1,5-4,5 раза за счёт всех функциональных форм лимфоцитов и повышением концентрации АТФ в лимфоцитах.

Эту реакцию можно объяснить снижением скорости кровотока в сосудистом русле в ответ на действие стресс-фактора и переходом лимфоцитов в пристеночный пул, а также, вероятно, увеличением продукции провоспалительного TNF- α , под влиянием которого наступает трансэндотелиальная миграция лимфоцитов в ткани. Снижение содержания лимфоцитов в ответ на действие охлажденного воздуха ассоциировано с повышением концентрации провоспалительного IL-6 и кортизола без изменений со стороны содержания IL-1 β , IL-4 и IL-10.

Работа выполнена в рамках госзадания по теме «Роль внеклеточно-го пула молекул адгезии и коротких пептидов в формировании и исходе адаптивных реакций человека на изменение светового режима» (№ АА-АА-А17-117033010123-0).

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Гольдерова А.С., Захарова Ф.А., Алексеев С.Н. Особенности неспецифической адаптивной реакции у больных с острой холодовой травмой // Якутский медицинский журнал. 2009. № 1 (25). С. 7-9.
2. Добродеева Л.К., Жилина Л.П. Иммунологическая реактивность, состояние здоровья населения Архангельской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 229 с.
3. Зубаткина О.В., Добродеева Л.К., Круглов С.Д. Изменение иммунных показателей и уровня АТФ лимфоцитов периферической крови у северян при кратковременном холодовом воздействии на организм // Якутский медицинский журнал. 2020. №4 (72). С. 90-93. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2020.72.22>
4. Леванюк А.И. Изменения показателей иммунитета и параметра порядка, отражающего относительную степень хаотичности системы (E) после воз-

- действия холода на организм человека // Вестник Уральской медицинской науки. 2018. № 2 (15). С. 271-277. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2018-15-2-271-277>
5. Овсянникова Т.О. Профилактика гипотермии новорожденных телят: автореф. дисс... канд.вет.наук. М., 2003. 22 с.
 6. Пономарев В.В. Адаптационные реакции организма телят в раннем постнатальном периоде на непрерывное действие умеренно низких температур: автореф. дисс канд.биол.наук. Казань, 2002. 22 с.
 7. Самодова А.В., Добродеева Л.К. Взаимосвязь содержания эндотелина-1 и уровня иммунной реакции у людей на воздействие кратковременного охлаждения // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2018. Т. 15, № 2. С. 299-308. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2018-15-2-299-308>
 8. Тотолян А.А., Фрейдлин И.С. Клетки иммунной системы. СПб.: Наука, 2000. 231 с.
 9. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1998. 337 с.
 10. Целуйко С.С., Доровских В.А., Красавина Н.П. Морфофункциональная характеристика соединительной ткани органов дыхания при общем охлаждении организма. Благовещенск: Изд-во АГМА, 2000. 256 с.
 11. Dobrodeeva L.K., Samodova A.V., Balashova S.N. Cellular reactions in capillary and venous blood in northerners to a short-term period in a climatic chamber // Immunity, Inflammation and Disease. 2020. Vol. 8. Iss. 3. P. 408-414. <https://doi.org/10.1002/iid3.322>
 12. Evans P., Bristow M., Hucklebridge F. et. al. Stress, arousal, Cortisol and secretory immunoglobulin A in students undergoing assessment // Brit. J. Clin. Psychol. 1994. Vol. 33. No 4. P. 575. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1994.tb01154.x>
 13. Ford W.L., Gowans J.L. The Traffic of Lymphocytes // Seminars Hemat. 1969. Vol. 6. No 1. P. 67-83.
 14. Freccero C., Wollmer P., Sundkvist G. et. al. The influence of wavelength and probe configuration on findings of a skin vasoconstriction test when using laser Doppler perfusion devices // Microvascular Research. 2006. Vol. 71. No 1. P. 64–67. <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2005.11.002>
 15. Liu Na, Liu Juntian, Ji Yuanyuan et. al. C-reactive protein induces TNF- α secretion by p38 MAPK-TLR4 signal pathway in rat vascular smooth muscle cells // Inflammation. 2011. V. 34. No 4. P. 283-290. <https://doi.org/10.1007/s10753-010-9234-z>

16. Nemeth E., Rivera S., Gabajan V. et al. IL-6 mediates hypoferrremia of inflammation by inducing the synthesis of the iron regulatory hormone hepcidin // *J. Clin. Inv.* 2004. Vol. 113. No 9. P. 1271–1276. <https://doi.org/10.1172/jci20945>
17. Meuret G., Fliedner T.M. Neutrophil and monocyte kinetics in a case of cyclic neutropenia // *Blood*. 1974. Vol. 43. No 4. P. 565-574. <https://doi.org/10.1182/blood.V43.4.565.565>
18. Senaris R.M., Trujillo M.L., Navia B. et. al. IL-6 regulates the expression of hypothalamic neuropeptides involed in body weight in gender-dependent way // *J. Neuroendocrinol.* 2011. Vol. 23. No 8. P. 675-686. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.2011.02158.x>
19. Shing M., Ramos I., Asafu-Adijei D. et. al. Curcumin improves the therapeutic efficacy of Listeriaat-Mage-b vaccine in correlation with improved T-cell responses in blood of a triple-negative breast cancer model 4T1 // *Cancer Med.* 2013. Vol. 2. No 4. P. 571-582. <https://doi.org/10.1002/cam4.94>
20. Thorleifsson A., Wulf H.C. Emollients and the response of facial skin to a cold environment // *Br. J. Dermatol.* 2003. Vol. 148. No 6. P. 1149-1152. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2003.05264.x>

References

1. Gol'derova A.S., Zakharova F.A., Alekseev S.N Osobennosti nespetsificheskoy adaptivnoy reaktzii u bol'nykh s ostroy kholodovoy travmoy [Features of non-specific adaptive response in patients with acute cold injury]. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal*, 2009, no. 1 (25), pp. 7-9.
2. Dobrodeeva L.K., Zhilina L.P. *Immunologicheskaya reaktivnost', sostoyanie zdorov'ya naseleniya Arkhangel'skoy oblasti* [Immunological reactivity, health status of the population of the Arkhangelsk region]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2004, 229 p.
3. Zubatkina O.V., Dobrodeeva L.K., Kruglov S.D. Izmenenie immunnykh pokazateley i urovnya ATF limfotsitov perifericheskoy krovi u severyan pri kratkovremennom kholodovom vozdeystvii na organizm [Changes in immune parameters and the level of ATF in peripheral blood lymphocytes in northerners with short-term cold exposure to the body]. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal*, 2020, no. 4 (72), pp. 90-93. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2020.72.22>
4. Levanyuk A.I. Izmeneniya pokazateley immuniteta i parametra poryadka, otrazhayushchego odnositel'nyu stepen' khaotichnosti sistemy (E) posle vozdeystviya kholoda na organizm cheloveka [Changes in immunity indices and the order parameter reflecting the relative degree of chaos of the system (E) after exposure to cold on the human body]. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy nauki*, 2018, no. 2 (15), pp. 271-277. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2018-15-2-271-277>

5. Ovsyannikova T.O. *Profilaktika gipotermii novorozhdennykh telyat* [Prevention of hypothermia in newborn calves]. M., 2003, 22 p.
6. Ponomarev V.V. *Adaptatsionnye reaktsii organizma telyat v rannem postnatal'nom periode na nepreryvnoe deystvie umerenno nizkikh temperatur* [Adaptive reactions of the body of calves in the early postnatal period to the continuous action of moderately low temperatures]. Kazan', 2002, 22 p.
7. Samodova A.V., Dobrodeeva L.K. *Vzaimosvyaz' soderzhaniya endotelina-1 i urovnya immunnoy reaktsii u lyudey na vozdeystvie kratkovremennogo okhlazhdeniya* [The relationship between the content of endothelin-1 and the level of the immune response in humans to the effects of short-term cooling]. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 299-308. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2018-15-2-299-308>
8. Totolyan A.A., Freydlin I.S. *Kletki immunnoy sistemy* [Cells of the immune system]. Spb.: Nauka, 2000, 231 p.
9. Khasnulin V.I. *Vvedenie v polyarnuyu meditsinu* [Introduction to polar medicine. Novosibirsk: Publishing house of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAMN, 1998, 337 p.
10. Tseluyko S.S., Dorovskikh V.A., Krasavina N.P. *Morfofunktional'naya kharakteristika soedinitel'noy tkani organov dykhaniya pri obshchem okhlazhdenii organizma* [Morphofunctional characteristics of the connective tissue of the respiratory system with general cooling of the body]. Blagoveshchensk: Izd-vo AGMA, 2000, 256 p.
11. Dobrodeeva L.K., Samodova A.V., Balashova S.N. Cellular reactions in capillary and venous blood in northerners to a short-term period in a climatic chamber. *Immunity, Inflammation and Disease*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 408-414. <https://doi.org/10.1002/iid3.322>
12. Evans P., Bristow M., Hucklebridge F. et. al. Stress, arousal, Cortisol and secretory immunoglobulin A in students undergoing assessment. *Brit. J. Clin. Psychol.*, 1994, vol. 33, no. 4, pp. 575. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1994.tb01154.x>
13. Ford W.L., Gowans J.L. The Traffic of Lymphocytes. *Seminars Hemat.*, 1969, vol. 6, no. 1, pp. 67-83.
14. Freccero C., Wollmer P., Sundkvist G. et. al. The influence of wavelength and probe configuration on findings of a skin vasoconstriction test when using laser Doppler perfusion devices. *Microvascular Research*, 2006, vol. 71, no. 1, pp. 64–67. <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2005.11.002>
15. Liu Na, Liu Juntian, Ji Yuanyuan et. al. C-reactive protein induces TNF- α secretion by p38 MAPK-TLR4 signal pathway in rat vascular smooth muscle

- cells. *Inflammation*, 2011, vol. 34, no. 4, pp. 283-290. <https://doi.org/10.1007/s10753-010-9234-z>
16. Nemeth E., Rivera S., Gabajan V. et al. IL-6 mediates hypoferrremia of inflammation by inducing the synthesis of the iron regulatory hormone hepcidin. *J. Clin. Inv.*, 2004, vol. 113, no. 9, pp. 1271–1276. <https://doi.org/10.1172/jci20945>
 17. Meuret G., Fliedner T.M. Neutrophil and monocyte kinetics in a case of cyclic neutropenia. *Blood*, 1974, vol. 43, no. 4, pp. 565-574. <https://doi.org/10.1182/blood.V43.4.565.565>
 18. Senaris R.M., Trujillo M.L., Navia B. et. al. IL-6 regulates the expression of hypothalamic neuropeptides involed in body weight in gender-dependent way. *J. Neuroendocrinol.*, 2011, vol. 23, no. 8, pp. 675-686. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.2011.02158.x>
 19. Shing M., Ramos I., Asafu-Adijei D. et. al. Curcumin improves the therapeutic efficacy of Listeriaat-Mage-b vaccine in correlation with improved T-cell responses in blood of a triple-negative breast cancer model 4T1. *Cancer Med.*, 2013, vol. 2, no. 4, pp. 571-582. <https://doi.org/10.1002/cam4.94>
 20. Thorleifsson A., Wulf H.C. Emollients and the response of facial skin to a cold environment. *Br. J. Dermatol.*, 2003, vol. 148, no. 6, pp. 1149-1152. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.2003.05264.x>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Губкина Любовь Васильевна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории регуляторных механизмов иммунитета Института физиологии природных адаптаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова УрО РАН
пр. Ломоносова, 249, г. Архангельск, 163001, Российская Федерация
wasillisa@list.ru

Самодова Анна Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией регуляторных механизмов иммунитета Института физиологии природных адаптаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова УрО РАН
пр. Ломоносова, 249, г. Архангельск, 163001, Российская Федерация
annaipoletaeva2008@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lyubov V. Gubkina, Cand. Sci. (Biol.), Junior Researcher, Laboratory of Regulatory Mechanisms of Immunity, Institute of Physiology of Natural Adaptations

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the R.A.S.

*249, Lomonosov Ave., Arkhangelsk, 163001, Russian Federation
wasillisa@list.ru*

SPIN-code: 5112-9556

ORCID: 0000-0002-3026-9540

ResearcherID: AAZ-5144-2020

Scopus Author ID: 55532596700

Anna V. Samodova, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Head of the Laboratory of Regulatory Mechanisms of Immunity at the Institute of Physiology of Natural Adaptations

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the R.A.S.

*249, Lomonosov Ave., Arkhangelsk, 163001, Russian Federation
annapoletaeva2008@yandex.ru*

SPIN-code: 6469-0408

ORCID: 0000-0001-9835-8083

ResearcherID: Q-5144-2017

Scopus Author ID: 55344469100

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-175-192

УДК 612.1-07:614.4-057.4

ПОКАЗАТЕЛИ ПУЛЬСА, ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПЕДАГОГОВ СЕВЕРНОГО УНИВЕРСИТЕТА, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19 В ПЕРИОД ДИСТАНЦИОННОЙ РАБОТЫ

М.А. Попова, В.В. Чистова, А.Э. Щербакова

В статье приведены результаты анализа изменений пульса, центрального аортального (цСАД) и периферического артериального давления (САД, ДАД) у 79 педагогов северного университета (31 мужчина, 48 женщин), перенесших в период дистанционной работы лабораторно подтвержденную коронавирусную инфекцию (COVID-19+), и 116 педагогов (55 мужчин, 61 женщина) без анамнеза по коронавирусной инфекции или с отрицательным лабораторным результатом на наличие антител М и G к SARS-CoV-2 (COVID-19-). Проведен сравнительный анализ изучаемых показателей в постковидном периоде с учетом возраста и половых различий. Медиана (Me) возраста у переболевших COVID-19+ педагогов-мужчин составила 53 года, у женщин – 47 лет, у не переболевших, соответственно, 35 и 38 лет. Среди педагогов-мужчин, перенесших COVID-19, 29,0% составил молодой, 58,1% средний, 12,9% пожилой возраст; среди педагогов-женщин, соответственно, 43,8%, 35,4% и 13,1%. Среди педагогов, перенесших COVID-19, 32,9% имели артериальную гипертензию (АГ). Установлено, что изменение цСАД, САД, ДАД и пульса после COVID-19 зависело от возраста и наличия АГ. Выявлено, что после COVID-19 у педагогов, не имеющих АГ до COVID-19, наблюдается снижение пульса, цСАД и САД; у педагогов с диагностированной до COVID-19 АГ при постковидном синдроме выявлено повышение пульса, цСАД и САД. Статистический анализ проведен с помощью программы «Statistica 13.3»: для выявления различий количественных показателей (Me [Q25, Q75]) использован критерий Манна-Уитни (U), для выявления различий качественных показателей применен критерий χ^2 .

Ключевые слова: COVID-19; постковидный синдром; пульс; центральное аортальное систолическое давление; периферическое артериальное давление; дистанционная работа; преподаватели университета; Север

Для цитирования. Попова М.А., Чистова В.В., Щербакова А.Э. Показатели пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов северного университета, перенесших COVID-19 в период дистанционной работы // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 175-192. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-175-192

INDICATORS OF PULSE, CENTRAL AND PERIPHERAL BLOOD PRESSURE OF NORTHERN UNIVERSITY TEACHERS WHO UNDERWENT COVID-19 WHILE WORKING REMOTELY

M.A. Popova, V.V. Chistova, A.E. Shcherbakova

The article analyses the results of changes in pulse rate, central aortic and peripheral blood pressure recorded at 79 northern higher educational institution teachers (31 men and 48 women) who underwent laboratory-confirmed coronavirus infection (COVID-19 +) during their teleworking period and at 116 teachers (55 men and 61 women) without a coronavirus infection history or with negative laboratory-confirmed results for the presence of M and G antibodies to SARS-CoV-2 (COVID-19-). A comparative analysis of the studied parameters in the Post-COVID-19 period has been carried out with the focus on age and sex differences. The median (Me) age of teachers who have had COVID-19 is 53 years old for men, and for women it is 47 years old; the data of those who have not had the disease are 35 and 38 respectively. The statistical data among male teachers who have undergone COVID-19 are the following: 29.0% were young, 58.1% were middle-aged, and 12.9% were elderly people; the records among female teachers are 43.8%, 35.4%, and 13.1%. respectively. It was stated that changes after COVID-19 in Central Aortic Systolic Pressure (CASP), Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP) as well as in heart rate depended on the patients' age and the presence of hypertension in them. Among the teachers who underwent COVID-19, 32.9% were with hypertension. It was revealed that after COVID-19, the teachers who had not had hypertension before the diagnosis of COVID-19 was made, had some decrease in their heart rate, CASP and SBP; in teachers with hypertension diagnosed prior to COVID-19 with Post-COVID-19 syndrome, an increase in their cSBP, SBP and heart rate was revealed. A statistical analysis with the use of "Statistica" 13.3 program was carried out. To identify differences in quantitative indicators (Me [Q25, Q75])

the Mann-Whitney criterion (U) was used, to identify differences in qualitative indicators the χ^2 test was used.

Keywords: COVID-19, post-COVID syndrome, functional indicators of the cardiovascular system, central aortic systolic pressure, peripheral blood pressure, heart rate, North, telework/remote work, university teachers

For citation. Popova M.A., Chistova V.V., Shcherbakova A.E. Indicators of Pulse, Central and Peripheral Blood Pressure of Northern University Teachers Who Underwent COVID-19 While Working Remotely. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 175-192. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-175-192

Последствия перенесенной коронавирусной инфекции широко обсуждаются медицинским сообществом и получили название постковидный синдром (Post-COVID-19 syndrome) [9, 12, 13]. По данным кохрановского обзора при COVID-19 в структуре коморбидной патологии 36,1% занимает артериальная гипертензия (АГ), 23,3% другие кардиоваскулярные болезни, 22,1% диабет [13], однако информация по функциональным изменениям показателей сердечно-сосудистой системы в постковидном периоде неоднозначна. При COVID-19 вирусное повреждение, гипоксия, воспаление, гиперкоагуляция вызывают прямое повреждение миокарда, аритмии, сердечную недостаточность [5, 14, 16]. Наличие сопутствующих заболеваний и, в том числе АГ, сопряжено с повышенным риском неблагоприятного исхода COVID-19 [3, 16, 17].

По данным систематического обзора Zuin M. с соавт. (2020) АГ при COVID-19 являлась самым частым сопутствующим заболеванием, встречалась в среднем 24,3% случаев и значительно повышала риск смертности [17]. Авторы обзора отмечают, что данные в разных регионах различались и варьировали от 18,5 до 30,3% в ретроспективном анализе Zhou F. с соавт. [16]. По данным Wang L. с соавт. (2020) частота сопутствующей АГ у пожилых больных COVID-19 составила 40,8% [15].

Кардиоваскулярная изменения, происходящие в постковидный период, требует особого внимания медицинского персонала для сохранения здоровья людей, перенесших COVID-19 [11]. Ослабление внимания к эффективному управлению рисками кардиоваскулярных событий может привести к повышению сердечно-сосудистой и общей смертности [2].

По результатам клинического наблюдения через два месяца после некротической коронавирусной болезни 68% пациентов имели по крайней мере один симптом постковидного синдрома, из них половина пациентов

отмечала астению. Среди сердечно-сосудистых симптомов указаны боль в груди и сердцебиение, которое сохранялось у 6,5% пациентов на 30 день и 10,9% на 60 день COVID-19 [10]. Авторы отметили, что персистенция симптомов была связана с возрастом от 40 до 60 лет.

К сожалению, данные по изменению таких факторов риска сердечно-сосудистых событий, как увеличение пульса, центральное и периферическое артериальное давление (АД) в постковидном синдроме неопределенны и требуют пристального анализа.

Цель исследования

Определить показатели пульса, центрального аортального и периферического артериального давления преподавателей северного университета, перенесших COVID-19 в период дистанционной работы, с учетом возраста, пола, сопутствующей артериальной гипертензии.

Материал и методы

После завершения периода дистанционного обучения, связанного с пандемией COVID-19, в Сургутском государственном педагогическом университете (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, приравненный к районам Крайнего Севера) методом сплошной выборки были обследованы 185 преподавателей: 79 педагогов (31 мужчина, 48 женщин), перенесших лабораторно подтвержденную коронавирусную инфекцию (COVID-19+) и 116 педагогов (55 мужчин, 61 женщина) контрольной группы без анамнеза по коронавирусной инфекции или с отрицательным лабораторным результатом на наличие антител М и G к SARS-CoV-2 (COVID-19-).

Обследование педагогов проводили в период от 8 до 14 недель после COVID-19 в феврале-марте 2021 после выхода преподавателей в режим работы офлайн. Медиана времени проведения обследования от начала клинических проявлений COVID-19 составила 10 недель.

С помощью аппарата A-PULSE-CASPal (HealhtSTATS, Singapore) трехкратно измеряли периферическое систолическое и диастолическое АД (САД и ДАД) и центральное систолическое аортальное давление (цСАД), отражающее давление крови на уровне дуги аорты, жесткость аорты и являющееся одним из факторов сердечно-сосудистого риска [4]. Измерения проводили с 8 до 12 часов с соблюдением условий исключения физической нагрузки, курения, приема кофеин-содержащих напитков не менее, чем за 2 часа до исследования, приема лекарственных препаратов в день исследования до проведения измерений.

Проанализированы распределение педагогов мужского и женского пола, перенесших COVID-19, по возрасту согласно классификации ВОЗ: молодой (18-44 лет), средний (45-59 лет), пожилой (60-74 года); определены возрастные и гендерные различия пульса, количественные показатели цСАД в аорте, периферического САД и ДАД, распределение по уровню артериального давления (АД) согласно классификации уровней АД – оптимальное, нормальное, высокое нормальное АД и АГ [1,7,8] между группами обследуемых, перенесших и не перенесших COVID-19 (COVID-19+; COVID 19-).

Статистический анализ проведен с использованием пакета программ «Statistica 13.3» (StatSoft, США). Количественные данные приведены в формате Me [Q25, Q75], значимость различий количественных показателей между группами педагогов, перенесших и не перенесших COVID-19 определена по критерию Манна-Уитни (U); качественные показатели представлены в формате абс. (%), значимость различий качественных показателей определена по критерию χ^2 . Значимыми между группами считали различия при $p < 0,05$.

На включение в исследование было получено информированное согласие педагогов согласно Хельсинской декларации Всемирной Ассоциации врачей.

Результаты исследования и их обсуждение

Особенностью северных университетов является тот факт, что большинство преподавателей не являются местным населением, работают по контракту и проживают в служебном жилье – общежитиях для преподавательского состава учебных заведений. В связи с этим переход на дистанционное обучение не дал существенных ожидаемых результатов по профилактике заражения коронавирусной инфекцией и число переболевших педагогов оказалось значительным.

Анамнестические данные показали, что 92,4% педагогов перенесли COVID-19 в период дистанционной работы в октябре-декабре 2020 года ($n=73$), 7,6% в период летнего отпуска в июне-августе 2021 года ($n=6$). По данным медицинской документации легкое течение COVID-19 наблюдалось в 60,8% случаев ($n=48$), среднетяжелое в 35,4% ($n=28$), тяжелое в 3,8% ($n=3$).

Сроки проведения обследования от начала клинических проявлений COVID-19 составили 10,0 [8,0; 12,0] недель.

Среди 79 перенесших COVID-19 педагогов 37,9% были молодого возраста ($n=30$), 44,3% среднего возраста ($n=35$) и 17,7% пожилого возраста ($n=14$). Распределение по возрасту педагогов-мужчин и женщин, перенесших COVID-19, представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение педагогов COVID-19+ и COVID- по возрасту*

Возраст	педагоги COVID + абс. (%)		p_1
	мужчины (n=31)	женщины (n=48)	
молодой 18-44 лет	9 (29,0%)	21 (43,8%)	0,37
средний 45-59 лет	18 (58,1%)	17 (35,4%)	0,22
пожилой ≥ 60 лет	4 (12,9%)	10 (20,8%)	0,45
	педагоги COVID - абс. (%)		
	мужчины (n=55)	женщины (n=61)	
молодой 18-44 лет	38 (69,1%)	32 (52,5%)	0,36
p_2	0,04	0,59	
средний 45-59 лет	14 (25,5%)	21 (34,4%)	0,44
p_2	0,04	0,94	
пожилой ≥ 60 лет	3 (5,4%)	8 (13,1%)	0,20
p_2	0,27	0,36	

Примечание: *классификация ВОЗ; p_1 – достоверность различий между педагогами мужчинами и женщинами COVID+ / COVID -; p_2 – достоверность различий между группами педагогов молодого, среднего, пожилого возраста с COVID+ / COVID - по критерию χ^2 .

Анализ показал, что медиана возраста педагогов, перенесших COVID-19, была больше на 18 лет у мужчин и на 9 лет у женщин, чем в контрольной группе, при этом статистических различий средних показателей САД, ДАД и пульса между группами педагогов с COVID-19+ и COVID-19- не было выявлено. При этом уровень оптимального АД значимо чаще регистрировали у педагогов без COVID-19 в общей группе и у педагогов-женщин, уровень нормального АД чаще встречался в общей группе педагогов и у педагогов-женщин с COVID-19+. Частота встречаемости высокого нормального АД и АГ в группах педагогов с COVID+ и COVID-, как мужчин, так и женщин, была одинаковой (таблица 2).

В группе педагогов-женщин с COVID+ были выявлены более высокие значения цСАД, чем в контрольной группе без COVID-19.

Следует отметить, что у педагогов без анамнеза по COVID-19 показатели САД и цСАД были достоверно выше у мужчин, чем у женщин: $Me_{САД}$ у мужчин 126,0 мм рт. ст., $Me_{САД}$ у женщин 116,5 мм рт. ст. ($p=0,00$); $Me_{цСАД}$ у мужчин 124,0 мм рт. ст., у женщин – 112,0 мм рт. ст. ($p=0,00$).

Таблица 2.

Офисные значения пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов, перенесших COVID-19+, и в контрольной группе COVID-19 - (Me [Q₂₅; Q₇₅])

Показатель	все педагоги		P
	COVID - (n=116)	COVID + (n=79)	
Возраст, лет	39,0 [31,0; 51,0]	51,0 [41,0; 56,0]	0,00
Пульс в мин	74,0 [67,0; 80,0]	75,0 [64,0; 80,0]	0,69
цСАД, мм рт. ст.	120,0 [111,0; 133,0]	124,0 [114,0; 128,0]	0,22
САД, мм рт. ст.	124,0 [115,0; 138,0]	126,0 [123,0; 133,0]	0,16
ДАД, мм рт. ст.	77,0 [72,0; 87,0]	77,0 [75,0; 83,0]	0,87
Оптимальное АД	54 (46,6%)	17 (21,5%)	0,01
Нормальное АД	28 (24,1%)	37 (46,8%)	0,02
Высокое нормальное АД	19 (16,4%)	13 (16,5%)	0,99
Артериальная гипертензия	15 (12,9%)	12 (15,2%)	0,69
педагоги-мужчины			
	COVID - (n=55)	COVID + (n=31)	
Возраст, лет	35,0 [31,0; 45,0]	53,0 [41,0; 56,0]	0,00
Пульс в мин	75,0 [69,0; 80,0]	75,0 [64,0; 76,0]	0,95
цСАД, мм рт. ст.	124,0 [115,0; 134,0]	126,0 [114,0; 140,0]	0,25
САД, мм рт. ст.	126,0 [123,0; 138,0]	128,0 [123,0; 147,0]	0,86
ДАД, мм рт. ст.	77,0 [73,0; 90,0]	76,0 [75,0; 89,0]	0,53
Оптимальное АД	10 (18,2%)	3 (9,7%)	0,35
Нормальное АД	18 (32,7%)	13 (41,9%)	0,56
Высокое нормальное АД	15 (27,3%)	7 (22,6%)	0,71
Артериальная гипертензия	12 (21,8%)	8 (25,8%)	0,74
педагоги-женщины			
	COVID - (n=61)	COVID + (n=48)	
Возраст, лет	38,0 [23,0; 51,0]	47,0 [43,0; 54,0]	0,01
Пульс в мин	75,0 [68,0; 82,0]	74,0 [69,0; 84,0]	0,73
цСАД, мм рт. ст.	112,0 [103,0; 124,0]	124,0 [114,0; 126,5]	0,04
САД, мм рт. ст.	116,5 [107,0; 129,0]	126,0 [116,0; 129,0]	0,05
ДАД, мм рт. ст.	75,0 [68,0; 82,0]	80,0 [75,0; 83,0]	0,37
Оптимальное АД	44 (72,1%)	14 (29,2%)	0,01
Нормальное АД	10 (16,4%)	24 (50,0%)	0,00
Высокое нормальное АД	4 (6,6%)	6 (12,5%)	0,33
Артериальная гипертензия	3 (4,9%)	4 (8,3%)	0,49

Примечание: количественные данные приведены в формате Me (Q₂₅, Q₇₅), значимость различий количественных показателей между группами педагогов COVID-19+ и COVID-19- определена по критерию U; качественные показатели представлены в формате абс. (%), значимость различий качественных показателей определена по критерию χ^2 .

Как показали наши ранее опубликованные исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы педагогов, психосоциальный стресс и адаптация к организации дистанционного учебного процесса в период пандемии COVID-19 в большей степени оказали влияние на повышение цСАД и САД у преподавателей-мужчин, чем у женщин [6].

Сравнительный анализ показателей пульса, цСАД и периферического АД не выявил статистически значимых гендерных различий у перенесших COVID-19 педагогов (таблица 3).

Таблица 3.

Сравнительная характеристика показателей пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов мужского и женского пола, перенесших COVID-19*(Ме [Q₂₅;Q₇₅])

Показатель	педагоги COVID +		p
	мужчины (n=31)	женщины (n=48)	
Возраст, лет	53,0 [41,0; 56,0]	47,0 [43,0; 54,0]	0,12
Пульс, в мин	75,0 [64,0; 76,0]	74,0 [69,0; 84,0]	0,28
цСАД, мм рт. ст.	126,0 [114,0; 140,0]	124,0 [114,0; 126,5]	0,24
САД, мм рт. ст.	128,0 [123,0; 147,0]	126,0 [116,0; 129,0]	0,13
ДАД, мм рт. ст.	76,0 [75,0; 89,0]	80,0 [75,0; 83,0]	0,27

Примечание: p – значимость различий показателей между группами педагогов-мужчин и женщин, перенесших COVID-19, определена по критерию U.

Мы проанализировали показатели пульса, центрального и периферического АД в группах педагогов разного возраста. В группе молодых педагогов в постковидном периоде выявлена тенденция к снижению пульса, цСАД, САД и сопоставимые показатели ДАД, хотя медиана возраста в группе COVID-19+ была на 7,5 лет больше, чем у молодых педагогов без анамнеза по COVID-19 (таблица 4).

Таблица 4.

Офисные значения пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов молодого возраста, перенесших COVID-19+, и в контрольной группе COVID-19 - (Ме [Q₂₅;Q₇₅])

Показатель	все педагоги до 45 лет		P
	COVID - (n=73)	COVID + (n=30)	
Возраст, лет	33,0 [27,0; 37,0]	40,5 [33,0; 43,0]	0,00
Пульс в мин	75,0 [67,0; 81,0]	73,0 [64,0; 75,0]	0,04
цСАД, мм рт. ст.	124,0 [107,0;125,0]	118,0 [111,0; 121,0]	0,00

Окончание табл. 4.

САД, мм рт. ст.	123,0 [110,0; 134,0]	120,0 [108,0; 123,0]	0,00
ДАД, мм рт. ст.	76,0 [70,0; 84,0]	75,0 [73,0; 83,0]	0,09
педагоги-мужчины до 45 лет			
	COVID - (n=41)	COVID + (n=9)	
Возраст, лет	33,0 [30,0; 36,0]	41,0 [40,0; 42,0]	0,00
Пульс в мин	75,0 [69,0; 80,0]	75,0 [74,0; 75,0]	0,05
цСАД, мм рт. ст.	123,0 [116,0; 133,0]	118,0 [114,0; 118,0]	0,00
САД, мм рт. ст.	125,5 [123,0; 138,0]	123,0 [122,0; 123,0]	0,00
ДАД, мм рт. ст.	76,0 [71,5; 89,5]	76,0 [73,0; 76,0]	0,07
педагоги-женщины до 45 лет			
	COVID - (n=32)	COVID + (n=21)	
Возраст, лет	35,5 [26,5; 38,0]	38,0 [32,0; 43,0]	0,01
Пульс в мин	74,0 [64,5; 81,0]	73,0 [69,0; 79,0]	0,03
цСАД, мм рт. ст.	125,0 [120,0; 125,0]	120,0 [103; 124,0]	0,00
САД, мм рт. ст.	120,5 [99,5; 121,5]	114,0 [108,0; 120,0]	0,00
ДАД, мм рт. ст.	74,0 [67,5; 78,0]	79,0 [73,0; 83,0]	0,05

Примечание: *p* – значимость различий количественных показателей между группами педагогов молодого возраста, перенесших и не перенесших COVID-19 определена по критерию Манна-Уитни (*U*).

Тенденция к снижению цСАД и периферического САД после COVID-19 отмечена, как у мужчин, так и у женщин молодого возраста.

Значимых различий показателей пульса, центрального и периферического давления у педагогов молодого возраста мужского и женского пола с COVID-19+ не выявлено (таблица 5).

В группе педагогов среднего возраста *Me* возраста педагогов без анамнеза по COVID-19 составила 51 год, у педагогов, перенесших COVID-19, была больше – 53 года (*p*=0,01). В средней возрастной группе частота пульса была выше у педагогов, перенесших COVID-19, при этом тенденция к увеличению частоты пульса отмечена только у женщин. Показатели цСАД, САД и ДАД были сопоставимы, как между общими группами педагогов COVID-19+ и COVID-19-, так и в соответствующих группах педагогов мужского и женского пола среднего возраста (таблица 6).

Таблица 5.

Сравнительная характеристика показателей пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов мужского и женского пола молодого возраста, перенесших COVID-19 (Ме [Q₂₅; Q₇₅])

Показатель	педагоги COVID + до 45 лет		P
	Мужчины (n=9)	женщины (n=21)	
Возраст, лет	41,0 [40,0; 42,0]	38,0 [32,0; 43,0]	0,62
Пульс в мин	75,0 [74,0; 75,0]	73,0 [69,0; 79,0]	0,59
цСАД, мм рт. ст.	118,0 [114,0; 118,0]	120,0 [103; 124,0]	0,78
САД, мм рт. ст.	123,0 [122,0; 123,0]	114,0 [108,0; 120,0]	0,26
ДАД, мм рт. ст.	76,0 [73,0; 76,0]	79,0 [73,0; 83,0]	0,06

Примечание: p – значимость различий показателей между группами педагогов-мужчин и женщин молодого возраста, перенесших COVID-19, определена по критерию U.

Таблица 6.

Офисные значения пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов среднего возраста, перенесших COVID-19+, и в контрольной группе COVID-19 - (Ме [Q₂₅; Q₇₅])

Показатель	все педагоги 45-59 лет		P
	COVID - (n=35)	COVID + (n=35)	
Возраст, лет	51,0 [47,0; 55,0]	53,0 [51,0; 55,0]	0,01
Пульс в мин	73,0 [67,0; 81,0]	76,0 [69,0; 84,0]	0,04
цСАД, мм рт. ст.	126,0 [114,0; 137,0]	127,0 [114,0; 136,0]	0,81
САД, мм рт. ст.	129,0 [120,0; 141,0]	130,0 [120,0; 139,0]	0,75
ДАД, мм рт. ст.	78,0 [67,0; 81,0]	77,0 [75,0; 89,0]	0,20
педагоги-мужчины 45-59 лет			
	COVID - (n=14)	COVID + (n=18)	
Возраст, лет	53,0 [47,0; 56,0]	54,0 [52,0; 56,0]	0,37
Пульс в мин	74,5 [64,0; 76,0]	72,0 [64,0; 76,0]	0,43
цСАД, мм рт. ст.	129,0 [111,0; 140,0]	129,5 [114,0; 140,0]	0,43
САД, мм рт. ст.	133,0 [111,0; 147,0]	133,5 [123,0; 147,0]	0,43
ДАД, мм рт. ст.	77,0 [64,0; 90,0]	76,5 [75,0; 90,0]	0,62
педагоги-женщины 45-59 лет			
	COVID - (n=21)	COVID + (n=17)	
Возраст, лет	50,0 [47,0; 52,0]	51,0 [47,0; 53,0]	0,41
Пульс в мин	73,0 [69,0; 81,0]	81,0 [76,0; 84,0]	0,01

Окончание табл. 6.

цСАД, мм рт. ст.	124,0 [116,0; 136,0]	124,0 [115,0; 127,0]	0,73
САД, мм рт. ст.	127,0 [124,0; 139,0]	129,0 [120,0; 130,0]	0,44
ДАД, мм рт. ст.	79,0 [76,0; 88,0]	82,0 [76,0; 84,0]	0,76

Примечание: p – значимость различий показателей между группами педагогов среднего возраста, перенесших и не перенесших COVID-19 определена по критерию U .

В средней возрастной группе Ме возраста педагогов-мужчин, перенесших COVID-19, на 3 года больше, чем у женщин ($p=0,01$). Выявлено, что частота пульса у женщин среднего возраста в постковидном периоде была значимо выше, чем у мужчин ($p=0,00$). Показатели центрального и периферического давления у педагогов среднего возраста, перенесших COVID-19, женщин и мужчин были сопоставимы (таблица 7).

Таблица 7.

Сравнительная характеристика показателей пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов мужского и женского пола среднего возраста, перенесших COVID-19 (Ме [Q_{25} ; Q_{75}])

Показатель	педагоги 45-59 лет COVID +		P
	Мужчины ($n=18$)	женщины ($n=17$)	
Возраст, лет	54,0 [52,0; 56,0]	51,0 [47,0; 53,0]	0,01
Пульс в мин	72,0 [64,0; 76,0]	81,0 [76,0; 84,0]	0,00
цСАД, мм рт. ст.	129,5 [114,0; 140,0]	124,0 [115,0; 127,0]	0,23
САД, мм рт. ст.	133,5 [123,0; 147,0]	129,0 [120,0; 130,0]	0,09
ДАД, мм рт. ст.	76,5 [75,0; 90,0]	82,0 [76,0; 84,0]	0,85

Примечание: p – значимость различий показателей между группами педагогов-мужчин и женщин среднего возраста, перенесших COVID-19, определена по критерию U .

Проанализированы изменения показателей пульса, цСАД и периферического АД после COVID-19 в зависимости от преморбидного фона по АГ. Диагностированная до коронавирусного инфицирования АГ у педагогов отмечена в 32,9% ($n=26$): в молодом возрасте у 11,1% мужчин ($n=1$) и 9,5% женщин ($n=2$); в среднем возрасте у 33,3% мужчин ($n=6$) и 23,5% женщин ($n=4$), в пожилом возрасте у 75,0% мужчин ($n=4$) и 88,9% женщин ($n=9$).

Практически все педагоги пожилого возраста с АГ принимали различные гипотензивные препараты, тем не менее тенденция к повышению

цСАД и САД после в постковидном периоде у них прослеживалась, как и у педагогов среднего возраста с АГ.

В постковидном периоде в группах педагогов-мужчин и женщин с АГ в анамнезе отмечено увеличение показателей пульса цСАД ($p=0,04$) и САД ($0,03$), без АГ в анамнезе – значимое снижение цСАД ($p=0,02$) и САД ($p=0,01$) (рисунок 1).

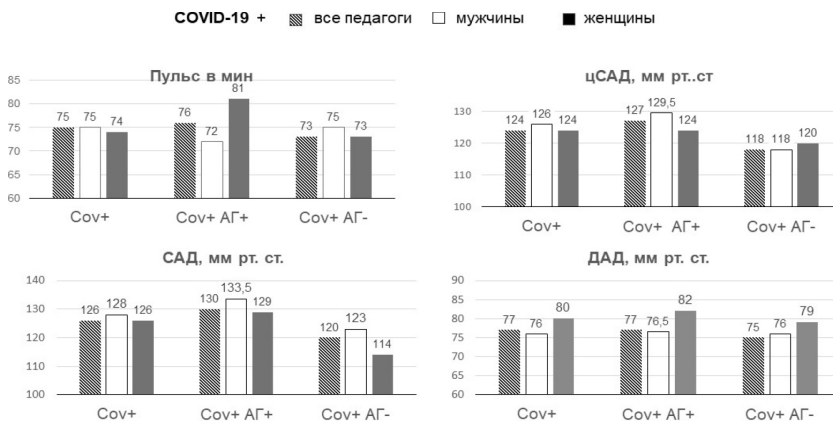


Рис. 1. Медиана пульса, цСАД, САД и ДАД в постковидном периоде у педагогов мужского и женского пола с АГ (Cov+ АГ+) и без АГ в анамнезе (Cov+ АГ-).

Заключение

Средний возраст преподавателей северного университета, перенесших COVID-19 в период дистанционной работы с марта по декабрь 2020 года составил 51 год, из них 37,9% были молодого возраста, 44,3% среднего возраста и 17,7% пожилого возраста. Легкое течение COVID-19 наблюдалось в 60,8% ($n=48$), среднетяжелое – в 35,4% ($n=28$), тяжелое - в 3,8% случаев ($n=3$).

Средний возраст педагогов-мужчин, перенесших COVID-19 в период дистанционной работы, составил 53 года, из них 29,0% мужчин молодого возраста, 58,1% среднего возраста, 12,9% пожилого возраста.

Средний возраст педагогов-женщин, перенесших COVID-19 в период дистанционной работы, составил 47 лет, из них 43,8% женщин молодого возраста, 35,4% среднего возраста и 20,8% пожилого возраста.

Показатели пульса, цСАД, САД и ДАД между группами педагогов-мужчин и женщин, перенесших COVID-19, не имели значимых различий во всех возрастных группах.

Среди педагогов, перенесших COVID-19, 32,9% в анамнезе имели АГ: в молодом возрасте – 11,1% мужчин и 9,5%; в среднем возрасте – 33,3% мужчин и 23,5% женщин, в пожилом возрасте – 75,0% мужчин и 88,9% женщин.

В постковидном периоде в группе педагогов молодого возраста без АГ в анамнезе до COVID-19 показатели цСАД и ДАД были ниже, чем в контрольной группе педагогов молодого возраста без анамнеза по COVID-19 и не имеющих антител G к SARS-CoV-2.

Средние показатели пульса, цСАД, САД и ДАД в постковидном периоде у педагогов-мужчин и женщин молодого возраста не имели существенных различий. Тенденция к снижению цСАД и САД после COVID-19 отмечена, как у мужчин, так и у женщин молодого возраста. Кроме того, у молодых педагогов-женщин после COVID-19 выявлена тенденция к уменьшению пульса в постковидном периоде.

В средней возрастной группе педагогов, перенесших COVID-19, выявлено увеличение пульса в постковидном периоде без значимых различий цСАД, САД и ДАД по сравнению с показателями контрольной группы COVID-19-.

В группе педагогов среднего возраста без АГ в анамнезе в постковидном периоде отмечалось снижение цСАД и ДАД, как у мужчин, так и у женщин. У педагогов-женщин, как и в группе молодого возраста, отмечена тенденция к уменьшению пульса в постковидном периоде.

В группе педагогов среднего возраста с АГ в анамнезе до COVID-19 выявлено значимое повышение пульса, цСАД и САД в постковидном периоде. Аналогичные изменения зарегистрированы в постковидном периоде у преподавателей пожилого возраста, среди которых АГ до COVID-19 была диагностирована в 85,7%.

Таким образом, направленность изменений показателей пульса, центрального и периферического давления в постковидном периоде в определенной степени зависит от наличия АГ до коронавирусного инфицирования.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Работа выполнена в рамках государственного задания по эффективному управлению сохранением здоровья населения стратегически значимых территорий.

Список литературы

1. Артериальная гипертония у взрослых, 2020 // Российский кардиологический журнал. 2020. № 25 (3). С. 197. https://www.scardio.ru/content/Guidelines/Clinic_rek_AG_2020.pdf

2. Барбараш О.Л., Каретникова В.Н., Кашталап В.В., Зверева Т.Н., Кочергина А.М. Новая коронавирусная болезнь (COVID-19) и сердечно-сосудистые заболевания // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2020. № 9 (2). С.17-28. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-2-17-28>
3. Коростовцева Л.С., Ротарь О.П., Конради А.О. COVID-19: каковы риски пациентов с артериальной гипертензией? // *Артериальная гипертензия*. 2020. № 26 (2). С.124-132. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2020-26-2-124-132>
4. Котовская Ю.В., Кобалава Ж.Д. Центральное давление в клинической практике: современное состояние проблемы // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2009. №8 (14). С.8-13.
5. Полонская Я.В., Каштанова Е.В., Стахнёва Е.М., Садовский Е.В., Рагино Ю.И. COVID-19 и сердечно-сосудистые заболевания // *Атеросклероз*. 2020. № 16(2). С.73-79. <https://doi.org/10.15372/ATER20200207>
6. Попова М.А., Щербакова А.Э., Чистова В.В., Рамеева Э.Р. Центральное и периферическое артериальное давление у преподавателей молодого возраста северного высшего учебного заведения после дистанционной работы в период пандемии COVID-19 // Тезисы IX Евразийского конгресса кардиологов 24-25 мая 2021 г. С. 83. http://cardio-eur.asia/media/files/conferences/24_25_may_2021/thesis.pdf
7. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension // *European Heart Journal*, 2018. Vol. 39. No 33, pp. 3021-3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>
8. 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines // *Journal of Hypertension*, 2020, vol. 38, pp. 982-1004. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000002453>
9. Amenta E.M., Spallone A., Rodriguez-Barradas M.C., El Sahly H.M., Atmar R.L., Kulkarni P.A. Post-acute COVID-19: an overview and approach to classification // *Open Forum Infectious Diseases*, 2020, Vol. 7, Iss. 12, ofaa509. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa509>
10. Carvalho-Schneider C., Laurent E., Lemaigen A., Gaudy-Graffin C., Grammatico-Guillon L., Louis Bernard L. Follow-up of adults with noncritical COVID-19 two months after symptom onset // *Clinical Microbiology and Infection*, 2021, vol. 27, no. 2, pp. 258–263. <https://doi.org/10.1016%2Fj.cmi.2020.09.052>
11. Driggin E., Madhavan M.V., Bikdeli B, Chuich T., Laracy J., Biondi-Zoccai G., Brown T.S., Der Nigoghossian C., Zidar D..A, Haythe J., Brodie D., Beckman J.A., Kirtane A.J., Stone G..W, Krumholz H.M., Parikh S.A. Cardiovascular Considerations for Patients, Health Care Workers, and Health Systems During the COVID-19 Pandemic // *Journal of the American College of Cardiology*, 2020, vol. 75, no. 18, pp. 2352-2371. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.03.031>

12. Moreno-Pérez O., Merino E., Leon-Ramirez J.M., Andres M., Ramos J.M., Arenas-Jiménez J., Asensio S., Sanchez R., Ruiz-Torregrosa P., Galand I., Scholzf A., Amo A., González-delaAleja P., Boix V., Gil J. Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: a Mediterranean cohort study. // *Journal of Infection*, 2021, vol. 82, Iss. 3, pp. 378-383. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.01.004>
13. Nalbandian A., Sehgal K., Gupta A., Madhavan M.V., McGroder C., Stevens J.S., Cook J.R., Nordvig A.S., Shalev D., Sehwat T.S., Ahluwalia N., Bikdeli B., Dietz D., Der-Nigoghossian C., Liyanage-Don N., Rosner G.F., Bernstein E.J., Mohan S., Beckley A.A., Seres D.S., Choueiri T.K., Uriel N., Ausiello J.C., Accili D., Freedberg D.E., Baldwin M., Schwartz A., Brodie D., Garcia C.K., Elkind M.S.V., Connors J.M., Bilezikian J.P., Landry D.W., Wan E.Y. Post-acute COVID-19 syndrome // *Nature Medicine*, 2021, vol. 27, pp. 601-615. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01283-z>
14. Pellicori P., Doolub G., Wong C.M., Lee K.S., Mangion K., Ahmad M., Berry C., Squire I., Lambiase P.D., Lyon A., McConnachie A., Taylor R.S., Cleland J.G.F. COVID-19 and its cardiovascular effects: a systematic review of prevalence studies // *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021, Iss. 3, Art. No.: CD013879. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013879>
15. Wang L., He W., Yu X., Hu D., Liu H., Zhou J., Jiang H. Coronavirus Disease 2019 in elderly patients: characteristics and prognostic factors based on 4-week follow-up // *Journal of Infection*, 2020, vol. 80, no. 6, pp. 639-645. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.019>
16. Zhou F., Yu T., Du R., Fan G., Liu Y., Liu Z., Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study // *Lancet*, 2020, vol. 395, Iss. 10229, pp. 1054–1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
17. Zuin M., Rigatelli Dzh., Zuliani Dzh., Rigatelli A., Mazza A., Ronkon L. Arterial hypertension and risk of death in patients with COVID-19 infection: Systematic review and meta-analysis // *Journal of Infection*, 2020, vol. 81, no. 1, pp. e84-e86. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.059>

References

1. Arterial'naya gipertoniya u vzroslykh [Arterial hypertension in adults]. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2020, no. 25 (3), p. 197.
2. Barbarash O.L., Karetnikova V.N., Kashtalap V.V., Zvereva T.N., Kochergina A.M. Novaya koronavirusnaya bolezn' (COVID-19) i serdechno-sosudistye zabolevaniya [New coronavirus disease (COVID-19) and cardiovascular disease]. *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistykh zabolevaniy* [Complex Issues of Cardiovascular Diseases], 2020, no. 9 (2), pp. 17-28. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-2-17-28>

3. Korostovtseva L.S., Rotar O.P., Konradi A.O. COVID-19: kakovy riski patsientov s arterial'noy gipertenziey? [COVID-19: what are the risks in hypertensive patients?]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial Hypertension], 2020, no. 26 (2), pp.124-132. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2020-26-2-124-132>
4. Kotovskaya Yu.V., Kobalava Zh.D. Tsentral'noe davlenie v klinicheskoy praktike: sovremennoe sostoyanie problemy [Central pressure in clinical practice: current state of the problem]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular therapy and prevention], 2009, no. 8 (14), pp. 8-13.
5. Polonskaya Ya.V., Kashtanova E.V., Stakhneva E.M., Sadovskiy E.V., Ragino Yu.I. COVID-19 i serdechno-sosudistye zabolevaniya [COVID-19 and cardiovascular diseases]. *Ateroskleroz* [Atherosclerosis], 2020, no. 16 (2), pp. 73-79. <https://doi.org/10.15372/ATER20200207>
6. Popova M.A., Shcherbakova A.E., Chistova V.V., Rameeva E.R. Tsentral'noe i perifericheskoe arterial'noe davlenie u prepodavateley molo-dogo vozrasta severnogo vysshego uchebnogo zavedeniya posle distantsi-onnoy raboty v period pandemii COVID-19 [Central and peripheral blood pressure in young teachers of a northern higher education institution after telecommuting during the COVID-19 pandemic]. *Tezisy IX Evraziyskogo kongressa kardiologov 24-25 maya 2021* [Abstracts of the IX Eurasian Congress of Cardiology May 24-25, 2021], 2021, p. 83. http://cardio-eur.asia/media/files/conferences/24_25_may_2021/thesis.pdf
7. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 2018, vol. 39, no. 33. pp. 3021-3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>
8. 2020 International Society of Hypertension global hypertension practice guidelines. *Journal of Hypertension*, 2020, vol. 38, Issue, pp. 982-1004. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000002453>
9. Amenta E.M., Spallone A., Rodriguez-Barradas M.C., El Sahly H.M., Atmar R.L., Kulkarni P.A. Post-acute COVID-19: an overview and approach to classification. *Open Forum Infectious Diseases*, 2020, vol. 7, no. 12, ofaa509. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa509>
10. Carvalho-Schneider C., Laurent E., Lemaignen A., Gaudy-Graffin C., Grammatico-Guillon L., Louis Bernard L. Follow-up of adults with noncritical COVID-19 two months after symptom onset. *Clinical Microbiology and Infection*, 2021, vol. 27, no. 2, pp. 258–263. <https://doi.org/10.1016%2Fj.cmi.2020.09.052>
11. Driggin E., Madhavan M.V., Bikdeli B, Chuich T., Laracy J., Biondi-Zoccai G., Brown T.S., Der Nigoghossian C., Zidar D.A, Haythe J., Brodie D., Beckman J.A., Kirtane A.J., Stone G.W, Krumholz H.M., Parikh S.A. Cardiovascular Considerations for Patients, Health Care Workers, and Health Systems During

- the COVID-19 Pandemic. *Journal of the American College of Cardiology*, 2020, vol. 75, no. 18, pp. 2352-2371. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.03.031>
12. Moreno-Pérez O., Merino E., Leon-Ramirez J.M., Andres M., Ramos J.M., Arenas-Jiménez J., Asensio S., Sanchez R., Ruiz-Torregrosa P., Galand I., Scholz A., Amo A., González-de la Aleja P., Boix V., Gil J. Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: a Mediterranean cohort study. *Journal of Infection*, 2021, vol. 82, no. 3, pp. 378-383. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.01.004>
 13. Nalbandian A., Sehgal K., Gupta A., Madhavan M.V., McGroder C., Stevens J.S., Cook J.R., Nordvig A.S., Shalev D., Sehrawat T.S., Ahluwalia N., Bikdeli B., Dietz D., Der-Nigoghossian C., Liyanage-Don N., Rosner G.F., Bernstein E.J., Mohan S., Beckley A.A., Seres D.S., Choueiri T.K., Uriel N., Ausiello J.C., Accili D., Freedberg D.E., Baldwin M., Schwartz A., Brodie D., Garcia C.K., Elkind M.S.V., Connors J.M., Bilezikian J.P., Landry D.W., Wan E.Y. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nature Medicine*, 2021, vol. 27, pp. 601-615. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01283-z>
 14. Pellicori P., Doolub G., Wong C.M., Lee K.S., Mangion K., Ahmad M., Berry C., Squire I., Lambiase P.D., Lyon A., McConnachie A., Taylor R.S., Cleland J.G.F. COVID-19 and its cardiovascular effects: a systematic review of prevalence studies. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021, no. 3, Art. No.: CD013879. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013879>
 15. Wang L., He W., Yu X., Hu D., Liu H., Zhou J., Jiang H. Coronavirus Disease 2019 in elderly patients: characteristics and prognostic factors based on 4-week follow-up. *Journal of Infection*, 2020, vol. 80, no. 6, pp. 639-645. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.019>
 16. Zhou F., Yu T., Du R., Fan G., Liu Y., Liu Z., Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*, 2020, vol. 395, no. 10229, pp. 1054-1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
 17. Zuin M., Rigatelli Dzh., Zuliani Dzh., Rigatelli A., Mazza A., Ronkon L. Arterial hypertension and risk of death in patients with COVID-19 infection: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 2020, vol. 81, no. 1, pp. e84-e86. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.059>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Попова Марина Алексеевна, главный научный сотрудник, доктор медицинских наук, профессор, научно-исследовательская лаборатория «Здоровый образ жизни и охрана здоровья»

Сургутский государственный педагогический университет

10/2, 50 лет ВЛКСМ, г. Сургут, 628417, Российская Федерация

m_a_popova@mail.ru

Чистова Виктория Васильевна, младший научный сотрудник, аспирант, научно-исследовательская лаборатория «Здоровый образ жизни и охрана здоровья»
Сургутский государственный педагогический университет
10/2, 50 лет ВЛКСМ, г. Сургут, 628417, Российская Федерация
victoria133117@mail.ru

Щербакова Александра Эдуардовна, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент, научно-исследовательская лаборатория «Здоровый образ жизни и охрана здоровья»
Сургутский государственный педагогический университет
10/2, 50 лет ВЛКСМ, г. Сургут, 628417, Российская Федерация
la_lune-4@bk.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Marina A. Popova, Chief Researcher, M.D., Professor, Research Laboratory “Healthy Lifestyle and Health Protection”
Surgut State Pedagogical University
10/2, 50 let VLKSM, Surgut, 628417, Russian Federation
m_a_popova@mail.ru
ORCID: 0000-0003-0193-7973
SPIN-code: 5513-9752

Viktoriya V. Chistova, Junior Researcher, PhD Student, Research Laboratory “Healthy Lifestyle and Health Protection”
Surgut State Pedagogical University
10/2, 50 let VLKSM, Surgut, 628417, Russian Federation
victoria133117@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9788-1865

Alexandra E. Scherbakova, Leading Researcher, PhD (Biology), Associate Professor, Research Laboratory “Healthy Lifestyle and Health Protection”
Surgut State Pedagogical University
10/2, 50 let VLKSM, Surgut, 628417, Russian Federation
la_lune-4@bk.ru
ORCID: 0000-0002-0863-8127
SPIN-code: 7615-6000

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-193-208

УДК 57.013:612.1

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС И МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ НА ФОНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА

*М.Н. Иващенко, А.В. Дерюгина, Т.И. Соловьева,
М.Н. Таламанова, А.А. Белов, В.А. Петров*

Технологический стресс, возникающий под влиянием факторов, связанных со способами содержания крупного рогатого скота и элементами технологии, оказывает неблагоприятное влияние на здоровье животных и их продуктивность. Разработка методов, повышающих естественную резистентность животных и обладающих адаптогенным действием при стрессе, является актуальной проблемой животноводства и ветеринарной медицины.

Целью работы являлось изучение воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биохимические показатели крови и молочную продуктивность крупного рогатого скота в условиях промышленного комплекса.

Материал и методы. *Экспериментальные исследования провели на высокопродуктивных коровах черно-пестрой породы. В качестве антистрессового фактора использовали низкоинтенсивное лазерное излучение с длиной волны 830 нм, время воздействия составило 5, 15 минут в область уха и холки. В крови определяли содержание общего белка, глюкозы, мочевины, креатинина, холестерина, активность трансаминаз. Исследуя молочную продуктивность, определяли жирномолочность, белковомолочность, содержание лактозы и сухих веществ в молоке.*

Результаты. *У животных в условиях технологического стресса снижены показатели молочной продуктивности, снижено содержания общего белка, креатинина, мочевины, холестерина, увеличено содержание глюкозы и ферментов переаминирования по сравнению с показателями интактной группы.*

Использование низкоинтенсивного лазерного излучения в область уха в течение 15 мин и холки в течение 5 минут способствовало нормализации исследуемых биохимических показателей крови у животных. Наилучшие показа-

тели молочной продуктивности получены у коров, на которых воздействовали низкоинтенсивным лазерным излучением в течение 5 минут.

Заключение. Результаты эксперимента указывают на то, что низкоинтенсивное лазерное излучение положительно влияет на физиологические резервы организма, что позволяет его использовать для достижения оптимальной продуктивности животных.

Ключевые слова: технологический стресс; крупный рогатый скот; молоко; кровь; низкоинтенсивное лазерное излучение

Для цитирования. Иващенко М.Н., Дерюгина А.В., Соловьева Т.И., Таламанова М.Н., Белов А.А., Петров В.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биохимический статус и молочную продуктивность коров на фоне технологического стресса // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 193-208. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-193-208

THE EFFECT OF LOW-INTENSITY LASER RADIATION ON THE BIOCHEMICAL STATUS AND MILK PRODUCTIVITY OF COWS AGAINST THE BACKGROUND OF TECHNOLOGICAL STRESS

*M.N. Ivashchenko, A.V. Deryugina, T.I. Solovyova,
M.N. Talamanova, A.A. Belov, V.A. Petrov*

Technological stress arising under the influence of factors related to the methods of keeping cattle and elements of technology has an adverse effect on the health of animals and their productivity. The development of methods that increase the natural resistance of animals and have an adaptogenic effect under stress is an urgent problem of animal husbandry and veterinary medicine. The aim of the work was to study the effect of low-intensity laser radiation on the biochemical parameters of blood and milk productivity of cattle in an industrial complex.

Material and methods. *Experimental studies were conducted on highly productive black-and-white cows. As an anti-stress factor, low-intensity laser radiation with a wavelength of 830 nm was used, the exposure time was 5, 15 minutes in the ear and withers area. The content of total protein, glucose, urea, creatinine, cholesterol, and transaminase activity were determined in the blood. Studying the milk productivity, we determined the fat-milk content, protein-milk content, the content of lactose and solids in milk.*

Results. *In animals under conditions of technological stress, the indicators of milk productivity were reduced, the content of total protein, creatinine, urea,*

cholesterol was reduced, the content of glucose and transamination enzymes was increased compared to the indicators of the intact group. The use of low-intensity laser radiation in the ear area for 15 minutes and withers for 5 minutes contributed to the normalization of the studied biochemical blood parameters in animals. The best indicators of milk productivity were obtained in cows that were exposed to low-intensity laser radiation for 5 minutes.

Conclusion. *The results of the experiment indicate that high-intensity laser radiation has a positive effect on the physiological reserves of the body, which allows it to be used to achieve optimal productivity of animals.*

Keywords: *technological stress; cattle; milk; blood; low-intensity laser radiation*

For citation. *Ivashchenko M.N., Deryugina A.V., Solovyova T.I., Talamanova M.N., Belov A.A., Petrov V. A. The effect of low-intensity laser radiation on the biochemical status and milk productivity of cows against the background of technological stress. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 193-208. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-193-208*

Введение

В современных условиях ведения животноводства технологический стресс сопутствует практически всем этапам производственного процесса. Он возникает во время транспортировки животных, при выполнении операций по кормлению и уходу, может наблюдаться при резких сменах рационов и условий содержания, на его развитие может повлиять изменение условий микроклимата и многие другие факторы [8, 11, 17, 18]. Образование молока в этот период становится для организма животного менее важной, а то и нежелательной функцией, так как повышение молочной продуктивности приводит к снижению резистентности организма. Действие стрессоров ведет к торможению молокоотдачи и неполному выдаиванию молока, что замедляет его последующее образование и приводит к заболеванию маститом. Болевая реакция, возникающая при заболеваниях вымени, приводит к неврозам, ослаблению защитных сил организма, и, в конечном счете, к снижению продуктивности и выбраковке животных [1, 15, 16].

Реальная задача – организация профилактики нарушений репродуктивной функции и их коррекция с использованием эффективных, малозатратных и безопасных методов, способствующих снижению чувствительности организма животных к стресс-факторам [13, 14, 19].

В настоящее время в ветеринарной медицине как эффективное лечебное средство широко применяется низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ). Интерес к лазеротерапии непрерывно растет, что

обусловлено достаточно широким спектром действия НИЛИ. Оно активизирует многие процессы в организме, повышает энергетический обмен, оказывает противовоспалительное, анальгезирующее, седативное и иммуностимулирующее действие, способствует стабилизации гемодинамики [2, 9]. Важной особенностью действия НИЛИ является то обстоятельство, что даже при локальном воздействии на органы эффект активации биологических и физиологических процессов реализуется во всем организме [5, 12].

Вместе с тем остаются не до конца выясненными вопросы, связанные с влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения на половую функцию коров. Как известно, молочную железу следует рассматривать как составную часть репродуктивной системы, а лактацию – как завершающую фазу процесса размножения.

Обеспечение нормального функционирования обменных процессов организма коровы возможно лишь на основе глубокого комплексного анализа физиологического состояния животного и биохимических показателей крови.

Поэтому изучение метаболических процессов у коров в условиях промышленного животноводства и их коррекции представляет как теоретический научный интерес, так и практическое значение для молочного скотоводства.

Материал и методы

Опыты проводились на кафедре физиологии и биохимии животных Нижегородской ГСХА и в областной ветеринарной лаборатории, а испытания профилактической эффективности воздействия НИЛИ в условиях племенного хозяйства ОАО «Румянцевское» Дальнеконстантиновского района Нижегородской области.

Объектом исследований служили высокопродуктивные голштинизированные коровы черно-пестрой породы второй лактации (две недели после отела). Методом аналогов было сформировано шесть групп коров. В опыте I группа животных являлась интактной, II, III, IV, V, VI группы находились в стрессе, затем коров III, IV, V, VI группы облучали НИЛИ:

III группа, находясь в стрессе, подвергалась ежедневному 5 минутному воздействию НИЛИ на ухо;

IV группа, находясь в стрессе, подвергалась ежедневному 5 минутному воздействию НИЛИ на холку;

V группа, находясь в стрессе, подвергалась ежедневному 15 минутному воздействию НИЛИ на ухо;

VI группа, находясь в стрессе, подвергалась ежедневному 15 минутному воздействию НИЛИ на холку.

Для облучения использовали низкоинтенсивное лазерное излучение с длиной волны 830 нм мощностью 90 мВт. Время воздействия составило 5 и 15 минут, ежедневно в течение недели. Для лазеротерапии применяли автономный лазерный душ «МарсИК» (НПО «Петролазер», Санкт-Петербург).

Опытные и контрольные группы животных находились в одинаковых условиях содержания, кормления и ухода. В ходе исследований за всеми животными было установлено постоянное клиническое наблюдение. Критериями оценки здоровья коров служили общее состояние животных, температура тела, частота пульса и дыхания, отсутствие отклонений от нормы при их клиническом исследовании.

Забор крови производился из яремной вены в одно время при одинаковых внешних условиях до утреннего кормления, через час, 1 сут, 7 и 14 сут после начала эксперимента. В крови определяли содержание общего белка, альбуминов, глобулинов, глюкозы, мочевины, креатинина, ферментов аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ), холестерина. Биохимические показатели сыворотки крови исследованы на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell 2900 (Awareness Technology, США).

Молочную продуктивность животных контролировали по результатам контрольных доек через месяц после начала опыта. Исследуя молочную продуктивность, определяли жирномолочность и белковомолочность с помощью ультразвукового анализатора «Лактан 1-4» (Россия).

При обработке данных рассчитывали средние и стандартные ошибки средних. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Показатели крови являются индикатором работы всего организма, они характеризуют уровень адаптации животных к различным стрессирующим факторам [3]. В таблице 1 представлены биохимические показатели животных при стрессе и коррекции лазерным излучением. Отмечено, что у животных в условиях технологического стресса обнаружено снижение содержания общего белка и его фракций, креатинина, мочевины, холестерина, увеличено содержание ферментов переаминирования по сравнению с показателями интактной группы.

Таблица 1.

Динамика биохимических показателей крови коров при технологическом стрессе и воздействии НИЛИ на сутки исследования

Группа животных	Общий белок, г/л	Альбумины, %	Глобулины, %			Холестерин, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л	Мочевина, ммоль/л	АЛТ, ед/мл	АЛТ, ед/мл	Креатинин, ммоль/л
			a	b	γ						
I	77± 1,6	47± 1,4	8,5± 1,7	11± 1,3	34± 2,4	3,07± 0,08	2,29± 0,08	4,2± 0,09	40± 1,7	74± 2,3	90± 4,4
II	70± 1,6*	37± 2,1*	17± 1,4*	12± 1,7*	34± 2,1*	2,11± 0,05*	4,12± 0,07*	3,6± 1,9*	51± 1,6*	83± 4,3*	52± 5,7*
III	74± 1,9*	32± 1,6*	17± 1,5*	20± 1,7*	31± 2,2*	2,72± 0,08*	3,07± 0,11*	3,9± 1,7*	46± 1,3*	84± 3,3*	82± 5,4*
IV	73± 1,6*	38± 1,5*	17± 1,6*	12± 1,6*	33± 2,5*	2,63± 0,19*	3,67± 0,15*	3,9± 1,4*	44± 1,8*	72± 4,4*	87± 5,3*
V	77± 2,3*	32± 1,6*	15± 1,7*	25± 1,1*	26± 1,7*	2,79± 0,16*	4,14± 0,12*	3,3± 1,7*	49± 1,7*	75± 5,3*	88± 7,3*
VI	72± 1,7*	38± 1,9*	17± 1,7*	14± 1,1	31± 1,4*	2,27± 0,17*	3,63± 0,17*	4,02± 1,6*	44± 1,3*	72± 3,61	83± 8,9*

Примечание: * – статистически значимые различия ($p < 0,05$) по отношению к интактной группе животных

У животных в состоянии технологического стресса содержание глюкозы в крови было повышенным, что характеризует стресс-реакцию, при развитии которой происходит выброс в кровь катехоламинов, мобилизующих энергетические резервы организма для преодоления стрессорного воздействия [6]. Сниженный уровень холестерина в крови у животных в состоянии стресса связан с нарушением уровня обменных процессов, уменьшением железистой ткани в вымени, также снижение происходит вследствие мобилизации липидов как источников энергии, компенсируя напряженность других видов обмена. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови является важным показателем, характеризующим уровень метаболизма в организме животного. Белки – строительный материал для клеток организма, достоверное снижение содержания общего белка в крови коров в состоянии технологического стресса также связано с напряжением процессов адаптации. Изменения в содержании креатинина в крови коров, подвергшихся технологическому стрессу, свидетельствуют о снижении интенсивности белкового обмена. Снижение содержания мочевины в крови коров в условиях технологического стресса согласуется с динамикой уровня общего белка. Большая часть протеина кормов в рубце подвергается гидролизу до аминокислот с последующим

их дезаминированием до аммиака, избыток которого всасывается в кровь, попадает в печень и преобразуется в мочевины. Снижение уровня мочевины в сыворотке может указывать на напряженность синтетической функции печени.

Через час и сутки после воздействия НИЛИ биохимические показатели не претерпевали значительных изменений относительно группы животных, подвергшихся технологическому стрессу.

К неделе эксперимента биохимические показатели крови у животных после воздействия НИЛИ в области уха в течение 15 мин и холки в течение 5 минут были на уровне значений интактной группы. Ко второй неделе исследуемые показатели восстанавливались до значений интактной группы.

В таблице 2 приведены данные по молочной продуктивности коров, полученные в ходе проведенного эксперимента. Все показатели сравнивали с показателями до начала опыта, чтобы установить, не оказывает ли лазеротерапия отрицательного воздействия на организм животных.

Исследования показали, что у опытных животных молочная продуктивность увеличилась по сравнению с показателями до воздействия НИЛИ на 19, 23 и 16%, соответственно в III, IV, V группах (табл. 1).

Таблица 2.

Влияние НИЛИ на молочную продуктивность коров

Группа животных	Молочная продуктивность, кг	
	в начале опыта	в конце опыта
I	44,9±2,20	43,9±1,15
II	30,1±2,17	32,3±2,13
III	32,63±2,46	38,72±2,77*
IV	34,52±3,25	42,92±4,01*
V	37,32±2,25	43,25±1,19*
VI	42,2±5,23	43,18±4,38

Примечание: * – статистически значимые различия ($p < 0,05$) по отношению к данным до воздействия НИЛИ.

Как видно из представленных в таблице 1 данных, наилучшие показатели молочной продуктивности получены у коров III и IV групп (38,72 ± 2,77 кг и 42,92 ± 4,01 кг соответственно), на которых воздействовали НИЛИ в течение 5 минут.

В таблице 3.1, 3.2 представлено влияние НИЛИ на качественные показатели молока.

Таблица 3.1.

Влияние НИЛИ на качественные показатели молока

Группа животных	Показатели			
	Массовая доля жира, %		Массовая доля белка, %	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
I	5,13±0,56	5,48±0,49	3,20±0,08	3,73±0,18
II	4,47±0,7	4,52±0,70	2,82±0,18	3,06±0,24
III	3,98±0,67	4,31±0,55	3,06±0,06	3,30±0,15*
IV	3,95±0,18	4,34±0,27*	3,34±0,20	3,69±0,35*
V	5,66±0,49	5,77±0,53	2,93±0,05	3,18±0,16*
VI	4,72±0,28	4,87±0,27	3,15±0,12	3,09±0,11

Примечание: * – статистически значимые различия ($p < 0,05$) по отношению к данным до воздействия НИЛИ.

Таблица 3.2

Влияние НИЛИ на качественные показатели молока

Группа животных	Показатели			
	Массовая доля сухих веществ, %		Массовая доля лактозы, %	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
I	14,21±0,37	14,47±0,26	5,36±0,08	5,35±0,16
II	13,99±0,62	13,93±0,47	5,14±0,02	5,19±0,01
III	13,2±0,69	13,8±0,41	5,23±0,07	5,29±0,7
IV	13,57±0,37	14,75±0,77*	5,32±0,03	5,55±0,05*
V	14,7±0,52	15,87±0,73	5,14±0,11	5,32±0,17*
VI	14,09±0,27	14,93±0,34*	5,26±0,09	6,5±0,26

Примечание: * – статистически значимые различия ($p < 0,05$) по отношению к данным до воздействия НИЛИ.

Лучшие показатели качества молока были получены у животных III, IV, V опытных групп. Повышение количества белка в молоке коров данных групп после воздействия НИЛИ по сравнению с аналогичным показателем до воздействия составило 7, 10 и 8% соответственно. Увеличение содержания жира на 10% отмечено у коров IV опытной группы, достоверное увеличение лактозы обнаружено в IV и V опытных группах на 5 и 4% соответственно.

У животных второй группы, находящихся в состоянии технологического стресса, показатели молочной продуктивности, качество молока в течение всего опыта были ниже по сравнению с животными интактной группы.

Повышение молочной продуктивности, положительное влияние на качественные показатели молока (содержание жира, белка, лактозы) под

воздействием НИЛИ доказывают эффективность его применения в качестве стимулятора молочной продуктивности. Отмечено, что удой увеличился при 5 минутном воздействии НИЛИ, состав молока улучшился при 15 минутном воздействии. Наиболее эффективным оказалось воздействие НИЛИ в течение 5 минут в область холки. При этом увеличилась и молочная продуктивность, и отмечено позитивное действие на качество молока.

Известно, что в развитии реакции стресса и процессов адаптации ведущая роль принадлежит гипоталамо-гипофизарно-кортикоидной, а также симпато-адреналовой и оксидантно-антиоксидантной системам организма. При стрессовых состояниях увеличивается адренокортикотропная функция гипофиза и снижается, соответственно, гонадотропная. Лактационная доминанта подавляется, прекращается секреция гормонов окситоцина и пролактина. Развивается угнетение синтетических процессов образования молочного белка, жира и лактозы. Блокируется процесс фильтрации низкомолекулярных компонентов молока из плазмы крови (аминокислоты, альбумины, глюкоза, минеральные вещества) [7].

Курс НИЛИ привел к повышению мобилизуемости адаптационных возможностей организма, что связано с многостадийным комплексным действием НИЛИ на организм. Эффективность НИЛИ объясняется увеличением секреции специфических гормонов и нейропептидов, определяющих активность гипофиза, опосредованно усиливающих энергетический обмен в целом, мобилизующих адаптационные резервы, повышающие устойчивость организма к экстремальным условиям. Антиоксидантные свойства НИЛИ обеспечивают защиту гормонов, простагландинов, витаминов от перекисного окисления, увеличивает эффективность гормонального звена. Защита липидов биологических мембран нервных тканей от окисления при воздействии НИЛИ нормализует функционирование нейроэндокринного механизма управления лактацией [4, 10].

Таким образом, доказано изменение основных биохимических показателей крови у животных в условиях технологического стресса по сравнению с показателями интактной группы. К неделе эксперимента биохимические показатели крови у животных после воздействия НИЛИ в области уха в течение 15 мин и холки в течение 5 минут были на уровне значений интактной группы.

Наилучшие показатели молочной продуктивности получены у коров на которых воздействовали НИЛИ в течение 5 минут в область уха или холки. Улучшение качественных показателей молока наблюдалось у животных при воздействии НИЛИ на ухо в течение 5 или 15 и при воздействии в течение 5 минут на холку.

Можно заключить, что выявленные закономерности действия низкоинтенсивного лазерного излучения положительно влияют на физиологические резервы организма и позволяют его использовать для достижения оптимальной продуктивности животных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-316-90066.

Список литературы

1. Вальковская Н.В. Влияние стресса на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Символ науки. 2016. № 6. С. 13-15.
2. Грига Э.Э. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения для профилактики и лечения послеродового эндометрита у коров // Вестник ветеринарии. 2008. № 1(44). С. 68-69.
3. Громько Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии // Экологический вестник Северного Кавказа. 2005. № 1(2). С. 80-94. https://trofimov33.my1.ru/_ld/0/1_gjU.pdf
4. Данилкина О.П. Физиология стресса животных. Красноярск: КрасГАУ, 2015. 52 с.
5. Дерюгина А.В., Иващенко М.Н., Игнатъев П.С. Действие низкоинтенсивного лазерного излучения на показатели красной крови интактного и альтерированного организма // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 3. С. 14-20.
6. Ковтуненко А.Ю. Биохимические параметры крови коров при адаптации к низким температурам // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7634> (дата обращения: 10.07.2021).
7. Козак В.Л. Влияние стресса на здоровье животных и человека // Практик. 2007. № 4. С. 6-9.
8. Лупова Е.И., Питюрина И.С. Влияние янтарной кислоты на продуктивность коров-первотелок на фоне острого стресса // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. 2019. № 7. С. 73-79.
9. Нечипуренко Н.И. Механизмы действия и биологические эффекты низкоинтенсивного лазерного излучения // Медицинские новости. 2008. № 12. С. 17–21. <https://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=4065>
10. Чейда А. А., Каплан М.А., Ефимова Е.Г., Холодов Ю.А. Влияние низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения на модели биологических систем. Иваново: Изд. ИвГМА, 2002. 102 с.
11. Abd El-Hack M.E., Khafaga A.F., Arif M., Taha A.E., Noreldin A.E. Stress biomarkers and proteomics alteration to thermal stress in ruminants: a review // Journal of Thermal Biology. 2019. №79. P. 120-134. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.013>

12. Deryugina A.V., Ivashchenko M.N. Stress-Related Effects of Low-Intensity Laser Irradiation // International Journal of Biomedicine. 2019. Vol. 9. № 2. P. 163-167. [https://doi.org/10.21103/Article9\(2\)_OA17](https://doi.org/10.21103/Article9(2)_OA17)
13. Dobson H., Fergani C., Routly J.E., Smith R.F. Effects of stress on reproduction in ewes // Animal Reproduction Science. 2012. Vol. 130, № 3-4. P. 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.006>
14. Ekiz B., Ekiz E.E., Kocak O., Yalcintan H., Yilmaz A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs // Meat Science. 2012. Vol. 90. № 4. P. 967-976. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.042>
15. Malašauskien D., Televičius M., Juozaitienė V., Antanaitis R. Rumination time as an indicator of stress in the first thirty days after calving // Polish Journal of Veterinary Sciences. 2019. Vol. 22. № 2. P. 363-368. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2019.129229>
16. Nagel C., Aurich C., Aurich J. Stress effects on the regulation of parturition in different domestic animal species // Animal Reproduction Science. 2019. № 207. P. 153-161. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.04.011>
17. Smid A.C., Weary D.M., Bokkers E.A.M., von Keyserlingk M.A.G. Short communication: The effects of regrouping in relation to fresh feed delivery in lactating Holstein cows // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102, № 7. P. 6545-6550. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16232>
18. Souza-Cácares M.B., Fialho A.L.L., Silva W.A.L., Cardoso C.J.T., Pöhland R., Martins M.I.M., Melo-Sterza F.A. Oocyte quality and heat shock proteins in oocytes from bovine breeds adapted to the tropics under different conditions of environmental thermal stress // Theriogenology. 2019. №130. P. 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.039>

References

1. Val'kovskaya N.V. Vliyanie stressa na molochnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota [The effect of stress on the dairy productivity of cattle]. *Simvol nauki* [Symbol of science], 2016, no. 6, pp. 13-15.
2. Griga E.E. Ispol'zovanie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya dlya profilaktiki i lecheniya poslerodovogo endometrita u korov [The use of low-intensity laser radiation for the prevention and treatment of postpartum endometritis in cor]. *Vestnik veterinarii* [Bulletin of Veterinary Medicine], 2008, no. 44, pp. 68-69.
3. Gromyko E.V. Otsenka sostoyaniya organizma korov metodami biokhimii [Assessment of the condition of cows by biochemistry methods]. *Ekologicheskij vestnik Severnogo Kavkaza* [Ecological Bulletin of the North Caucasus], 2005, no. 2, pp. 80-94.
4. Danilkina O.P. *Fiziologiya stressa zhivotnykh* [Physiology of animal stress]. Krasnoyarsk: KrasGAU. 2015, 52 p.

5. Deryugina A.V., Ivashchenko M.N., Ignat'ev P.S. Deystvie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na pokazateli krasnoy krovi intaktnogo i al'terirovannogo organizma [The effect of low-intensity laser radiation on the red blood parameters of an intact and altered organism]. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya* [Veterinary medicine, animal science and biotechnology], 2018, no. 3, pp. 14-20.
6. Kovtunenkov A.YU. Biokhimicheskie parametry krovi korov pri adaptatsii k nizkim temperaturam [Biochemical parameters of cows' blood during adaptation to low temperatures]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2012, no. 6. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7634>
7. Kozak V.L. Vliyanie stressa na zdorov'e zhivotnykh i cheloveka [The impact of stress on the health of animals and humans]. *Praktik*, 2007, no. 4, pp. 6-9.
8. Lupova E.I., Pityurina I.S. Vliyanie yantarnoy kisloty na produktivnost' korov-pervotelok na fone ostrogo stressa [The effect of succinic acid on the productivity of first-calf cows against the background of acute stress]. *Vestnik Hakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova* [Bulletin of the N.F. Katanov Khakass State University], 2019, no. 7, pp. 73-79.
9. Nechipurenko N.I. Mekhanizmy deystviya i biologicheskie efekty nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya [Mechanisms of action and biological effects of low-intensity laser radiation]. *Medicinskie novosti* [Medical new], 2008, no. 12, pp. 17–21. <https://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=4065>
10. CHEjda A. A., Kaplan M.A., Efimova E.G., Holodov YU.A. *Vliyanie nizkointensivnogo infrakrasnogo lazernogo izlucheniya na modeli biologicheskikh system* [The effect of low-intensity infrared laser radiation on models of biological systems]. Ivanovo: Izd. IvGMA, 2002, 102 p.
11. Abd El-Hack M.E., Khafaga A.F., Arif M., Taha A.E., Noreldin A.E. Stress biomarkers and proteomics alteration to thermal stress in ruminants: a review. *Journal of Thermal Biology*, 2019, no. 79, pp. 120-134. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.013>
12. Deryugina A.V., Ivashchenko M.N. Stress-Related Effects of Low-Intensity Laser Irradiation. *International Journal of Biomedicine*, 2019, vol. 9, no. 2, pp. 163-167. [https://doi.org/10.21103/Article9\(2\)_OA17](https://doi.org/10.21103/Article9(2)_OA17)
13. Dobson H., Fergani C., Routly J.E., Smith R.F. Effects of stress on reproduction in ewes. *Animal Reproduction Science*, 2012, vol. 130, no. 3-4, pp. 135-140. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.006>
14. Ekiz B., Ekiz E.E., Kocak O., Yalcintan H., Yilmaz A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters,

- carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, 2012, vol. 90, no. 4, pp. 967-976. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.042>
15. Malašauskien D., Televičius M., Juozaitienė V., Antanaitis R. Ruminant time as an indicator of stress in the first thirty days after calving. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 2019, vol. 22, no. 2. pp. 363-368. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2019.129229>
16. Nagel C., Aurich C., Aurich J. Stress effects on the regulation of parturition in different domestic animal species. *Animal Reproduction Science*, 2019, no. 207, pp. 153-161. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.04.011>
17. Smid A.C., Weary D.M., Bokkers E.A.M., von Keyserlingk M.A.G. Short communication: The effects of regrouping in relation to fresh feed delivery in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 2019, vol. 102, no. 7, pp. 6545-6550. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16232>
18. Souza-Cácares M.B., Fialho A.L.L., Silva W.A.L., Cardoso C.J.T., Pöhland R., Martins M.I.M., Melo-Sterza F.A. Oocyte quality and heat shock proteins in oocytes from bovine breeds adapted to the tropics under different conditions of environmental thermal stress. *Theriogenology*, 2019, no. 130, pp. 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.039>

ВКЛАД АВТОРОВ

Ивашченко М.Н.: разработка концепции научной работы, составление черновика рукописи.

Дерюгина А.В.: разработка концепции научной работы, редактирование черновика рукописи, написание рукописи.

Соловьева Т.И.: сбор и анализ данных.

Таламанова М.Н.: статистическая обработка.

Белов А.А.: сбор и анализ данных.

Петров В.А.: сбор и анализ данных.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Marina N. Ivashchenko: study conception and design, drafting of the manuscript.

Anna V. Deryugina: study conception, editing of the draft of the manuscript, writing of the manuscript.

Tatyana I. Solovyeva: data collection and analysis.

Maria N. Talamanova: statistical data analysis.

Andrey A. Belov: data collection and analysis.

Vladimir A. Petrov: data collection and analysis.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Иващенко Марина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физиологии и биохимии животных
ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» Министерства сельского хозяйства РФ
пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, 603107, Российская Федерация
kafedra2577@mail.ru

Дерюгина Анна Вячеславовна, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация
derugina69@yandex.ru

Соловьева Татьяна Ивановна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник Института фундаментальной медицины
Приволжский исследовательский медицинский университет
пл. Минина и Пожарского, д. 10/2, г. Нижний Новгород, 603005, Российская Федерация
tis_27@mail.ru

Таламанова Мария Николаевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация
tanjatal@ya.ru

Белов Андрей Александрович, ассистент кафедры физиологии и биохимии животных
ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» Министерства сельского хозяйства РФ

пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, 603107, Российская Федерация
belov_a.a@mail.ru

Петров Владимир Александрович, аспирант кафедры физиологии и биохимии животных

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия» Министерства сельского хозяйства РФ
пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, 603107, Российская Федерация
petrov.18@rambler.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Marina N. Ivashchenko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Animal Physiology and Biochemistry
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation

97, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation
kafedra2577@mail.ru
ORCID: 0000-0001-6642-8518

Anna V. Deryugina, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physiology and Anatomy of the Institute of Biology and Biomedicine *Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University*

23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
derugina69@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-8812-8559

Tatyana I. Solovyeva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Institute of Fundamental Medicine
Volga Research Medical University

10/2, Minin and Pozharsky pl., Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation
tis_27@mail.ru

Maria N. Talamanova, Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Physiology and Anatomy of the Institute of Biology and Biomedicine

*Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
manjatal@ya.ru*

Andrey A. Belov, Assistant of the Department of Animal Physiology and Biochemistry *Nizhny Novgorod State Agricultural Academy of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation*,
97, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation
belov_a.a@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4869-5054

Vladimir A. Petrov, Postgraduate student of the Department of Animal Physiology and Biochemistry
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation
97, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603107, Russian Federation
petrov.18@rambler.ru
ORCID: 0000-0002-9190-0914

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-209-223

УДК 612.017:613.166.9:612.084

ВЛИЯНИЕ НЕКРОЗА И АПОПТОЗА ЛИМФОЦИТОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ИММУННЫХ РЕАКЦИЙ

О.А. Ставинская, Л.К. Добродеева, В.П. Патракеева

Процессы апоптоза и некроза являются механизмами программируемой гибели клеток, отличающиеся друг от друга механизмами их реализации. Данные процессы в пределах физиологической нормы представляют интерес в оценке их влияния на активность иммунных реакций.

Цель. *Выявить характер взаимосвязи уровня некроза и апоптоза лимфоцитов периферической крови и выраженности реакций иммунной системы у практически здоровых людей.*

Материалы и методы. *Проведено обследование 77 человек. Клинический анализ периферической крови проведён на гематологическом анализаторе Sysmex XS-500i (Япония). Изучение содержания апоптотических и некротических клеток выполнено на проточном цитометре Epics XL (Beckman Coulter, США). ИФА в сыворотке крови определено содержание цитокинов, иммуноглобулинов (Bender MedSystems, Австрия) и серотонина (DRG, Германия). Результаты исследования обработаны с использованием пакета прикладных программ Statistica 6 (StatSoft, США).*

Результаты. *Установлено, что повышенный уровень некротизированных лимфоцитов сочетается с увеличением числа апоптотических лимфоцитов, Т-хелперов, лимфоцитов CD95+, IgA, IgE, IgG на фоне сокращения уровня клеток с рецепторами к белкам главного комплекса гистосовместимости класса II и к Fc-фрагменту IgE, провоспалительных цитокинов (IFN- γ , IL-6) и серотонина. Некротическая гибель не ассоциирована с клеточным цитолизом по содержанию цитотоксических Т-лимфоцитов и натуральных киллеров, но обратно взаимосвязана с реакцией фагоцитоза нейтрофилов.*

Заключение. *Таким образом, некротическая гибель лимфоцитов в пределах физиологических границ в отличие от апоптоза повышает активность иммунных реакций. Некрозу и апоптозу подвергаются преимущественно зрелые В-клетки с рецепторами к IgE и белкам главного комплекса гистосовместимости класса II.*

Ключевые слова: *некроз лимфоцитов; апоптоз; фенотипы; цитокины; иммуноглобулины; серотонин; активность иммунных реакций*

Для цитирования. Ставинская О.А., Добродеева Л.К., Патракеева В.П. Влияние некроза и апоптоза лимфоцитов на выраженность иммунных реакций // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 209-223. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-209-223

COMPARISON OF EXPRESSION OF IMMUNE RESPONSES DEPENDING ON LEVEL OF PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTE NECROSIS AND APOPTOSIS IN HUMANS

O.A. Stavinskaya, L.K. Dobrodeeva, V.P. Patrakeeva

The processes of apoptosis and necrosis are the mechanisms of programmed cell death, differing from each other in the mechanisms of their implementation. The implementation of these processes within the physiological norm is of interest in assessing their influence on the activity of immune responses.

Purpose. *To identify the nature of the relationship between the level of lymphocyte necrosis of peripheral blood and the expression of immune system reactions in practically healthy people.*

Materials and methods. *The study examined 77 people. Leukograms were carried out using a XS-1000i hematology analyzer Sysmex XS-500i (Japan). Determination of cell death was carried out by flow cytometry Epics XL (Beckman Coulter, USA). Determination of cytokines, immunoglobulins (Bender MedSystems, Austria) and serotonin (DRG, Germany). The results of the study were processed using the Statistica 6 application package (StatSoft, USA).*

Results. *It is established that the increased level the necrosis of lymphocytes is combined with increase in number the apoptosis of lymphocytes, T-helpers, lymphocytes of CD95, IgA, IgE, IgG against the background of reduction of the level CD23, HLADR, cytokines (IFN- γ , IL-6) and serotonin. Necrotic death is not associated with cellular cytolysis of cytotoxic T lymphocytes and natural killer content, but is inversely related to neutrophil phagocytosis response. Conclusion.*

Conclusion. *The results of the study show that necrotic lymphocyte death within physiological boundaries as opposed to apoptosis increases immune response activity. Necrosis and apoptosis are subject to predominantly mature B cells with receptors to IgE and proteins of the main histocompatibility complex class II.*

Keywords: *lymphocyte necrosis; apoptosis; phenotypes; cytokines; immunoglobulins; serotonin; activity of immune responses*

For citation. Stavinskaya O.A., Dobrodeeva L.K., Patrakeeva V.P. Comparison of Expression of Immune Responses Depending on Level of Peripheral Blood Lymphocyte Necrosis and Apoptosis in Humans. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 209-223. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-209-223

Некроз представляет собой форму клеточной гибели, сопровождающуюся грубыми, не совместимыми с жизнью нарушениями целостности плазматической мембраны клетки, выделением во внешнюю среду токсичных реактивных метаболитов, в естественных условиях локально отграниченных безопасным образом. Морфологически некроз проявляется деградацией органелл, увеличением объема и вакуолизацией клетки, конденсацией молекул ДНК. На биохимическом уровне некроз реализуется путем выделения в межклеточную среду белка HMGB1, стрессиндуцированных цитоплазматических белков-шаперонов (gp96, HSP10, HSP60, HSP70, HSP90), фрагментов нуклеиновых кислот (ПНК, ДНК), калгранулинов, формилпептидов митохондрий [2, 23, 25].

В процессе некроза также высвобождаются различные протеазы, которые влияют на окружающие ткани посредством отщепления от них низкомолекулярных фрагментов: коллагена, гиалуроновой кислоты, фибриллярного белка, гепарансульфата. Калгранулины, выделяемые некротизированными клетками, представляют собой белки S100 и распознаются рецепторами RAGE, которые расположены на мембране моноцитов, микроглии, эндотелиоцитов. При пневмониях и полиартритах калгранулины выступают в качестве маркеров воспаления, так как провоцируют образования цитокинов IL-1 β , IL-6, IL-33. Ядерный белок HMGB1, в нормальных условиях связанный с хроматином, при некрозе высвобождается во внеклеточное пространство и попадает в кровяной ток. Циркулирующий HMGB1 (активная, неокисленная форма) соединяется с RAGE, TLR2, TLR4, TLR9 рецепторами фагоцитов, что усиливает воспаление [11]. RAGE распознаёт липиды и белки, трансформированные за счет неферментативного гликозилирования в результате окислительного стресса [15].

Всё это в конечном итоге приводит к альтерации, выделению медиаторов воспаления (лейкотриенов, простагландинов, гистамина), стимулирующих реакции микроциркуляторного русла, в том числе, артериальную и венозную гиперемии, ишемию и стаз. Тем самым запускается реакция экссудация ткани органа, миграция форменных элементов

крови; происходит увеличение проницаемости сосудов, растёт адгезия лейкоцитов к клеткам эндотелия, лейкоциты приобретают локомоторный фенотип. Далее регистрируется усиление хемотаксиса лейкоцитов в очаг неблагополучия и скопление там иммунокомпетентных клеток. Образуется инфильтрат вначале нейтрофильного, а затем мононуклеарного и лимфоцитарного происхождения, формируется граница между очагом повреждения и здоровой тканью, происходит санация некротизированной зоны. Заключительной стадией развития воспаления является пролиферация и активизация синтетической способности фибробластов под контролем регуляторных макрофагов. В результате осуществляется ангиогенез, стимуляция фиброплазии и репарация [5]. В физиологических условиях некроз также присутствует для обновления тканей и репаративного обеспечения. Ранее к программируемому варианту гибели клетки относили только апоптоз, который достаточно хорошо изучен. В последнее время некроз, также причисляют к программируемому процессу. Но, остается открытым вопрос каким образом тот или иной вид программируемой клеточной гибели отражается на активации иммунных реакций. Нет данных о том, какие преимущественно субпопуляции лимфоцитов подвергаются апоптозу и некрозу в первую очередь при отсутствии патологических процессов.

Материалы и методы

Проведено обследование 77 практически здоровых людей в возрасте от 20 до 55 лет, проживающих в г. Архангельске. Указанные люди не страдали острыми инфекционными заболеваниями, у них не было выявлено признаков аутоиммунных и лимфопролиферативных заболеваний, частота ОРЗ составляла не более 2 раз в год. Обследование проводилось с соблюдением норм и правил биомедицинской этики, утвержденных Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации об этических принципах проведения медицинских исследований (2013). На проведение исследования получено разрешение этической комиссии Института физиологии природных адаптаций ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (протокол №4 от 7 декабря 2016г). Клинический анализ периферической крови проведён на гематологическом анализаторе Sysmex XS-500i (Япония). Изучение содержания апоптотических клеток в лимфовзвеси проведено методом двойного окрашивания аннексином V-FITC (An+/-) и пропидиумом йодида (PI+/-). Оценку результатов проводили по окрашиванию или не окрашиванию клеток: живые клетки – An-/PI-, ранний

апоптоз – An+/PI-, поздний апоптоз – An+/PI+, некроз – An-/PI+. Анализ результатов выполнен методом проточной цитометрии на проточном цитофлюориметре Epics XL (Beckman Coulter, США), в каждой пробе изучали до 5000 событий. В мазках крови, окрашенных по Романовскому – Гимзе, методом микроскопирования (Meiji Techno, Япония) изучена ядерная формула нейтрофилов (нейтрограмма). Подсчитывали до 100 нейтрофильных лейкоцитов, среди которых выделяли клетки с 1, 2, 3, 4, 5 и более сегментами ядра [3].

Содержание фенотипов лимфоцитов исследовали методом двойной пероксидазной метки с использованием моноклональных антител (НПЦ «МедБиоСпектр», Россия). Показатель фагоцитоза нейтрофилов и фагоцитарное число определяли, используя тест-наборы фирмы «Диаэм» (Россия). Результаты исследования обработаны с использованием пакета прикладных программ Statistica 6 (StatSoft, США). Тип исследования ретроспективный, выборки случайные, одномоментные. Границы нормального распределения количественных показателей определяли при помощи критерия Шапиро – Уилка. При анализе полученных результатов использовали среднее значение и ошибку среднего. Для данных, распределение которых отличалось от нормального, использовали непараметрические методы исследования. Описание выборки представлено в виде медианы и 25- и 75-перцентилей Me (25p-75p). Достоверность различий между группами оценивали с помощью параметрического t-критерия Стьюдента для независимых выборок и непараметрического критерия Манна-Уитни. Статистически надежными считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов проводили, сравнивая уровни ответных иммунных реакций обследованных лиц в зависимости от содержания в крови некротизированных лимфоцитов AnV+/PI+ ($<0,25\%$, $n=45$ и $>1,2\%$, $n=32$, $p<0,001$) по результатам лазерной проточной цитофлюориметрии. Установлено, что у людей с высоким уровнем некротизированных клеток снижается общее количество лейкоцитов за счет сокращения пула сегментоядерных нейтрофилов с 2 и 3 сегментами ядра, выполняющими активную фагоцитарную функцию (таблица 1, рисунок 1). На этом фоне не меняется (не имеет статистически значимых различий) содержание палочкоядерных нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов и эозинофилов.

Таблица 1.

Показатели иммунной системы у практически здоровых людей в зависимости от содержания некротизированных лимфоцитов в периферической крови

Показатели	Содержание некротизированных лимфоцитов >1,2%	Содержание некротизированных лимфоцитов < 0,25%
Лейкоциты, 10 ⁹ кл/л	6,2±0,38**	7,9±0,35
Лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	2,34±0,15	2,55±0,12
Моноциты, 10 ⁹ кл/л	0,39±0,04	0,38±0,03
Эозинофилы, 10 ⁹ кл/л	0,20±0,02	0,19±0,03
Нейтрофилы, 10 ⁹ кл/л	3,25±0,23**	4,74±0,27
Фагоцитарная активность нейтрофилов, %	43(34-53) *	52(44-65)
Некротизированные лимфоциты AnV+/PI+, %/ 10 ⁹ кл/л	3,2(1,6-5,5)**/ 0,05(0,03-0,11)**	0,17(0,1-0,2)/ 0,003(0,002-0,005)
Апоптотические лимфоциты AnV+/PI-, % / 10 ⁹ кл/л	7,4(3,9-10,9)*/ 0,13(0,07-0,21)*	4,1(2,7-6,0)/ 0,09(0,05-0,17)
Серотонин, нг/мл	58,9(29,1-130,9)**	176,2(160,9-177,8)
IgG, г/л	27,6(7,9-32,4)**	7,9(3,7-9,6)
IgA, г/л	2,0(1,3-3,9)*	1,4(1,0-1,9)
IgE, МЕ/мл	49,7(30,2-100,3)**	18,3(9,8-55,9)
IgM, г/л	1,87(0,37-3,37)	3,10(1,40-4,80)
TNF-α, пг/мл	20,8(8,4-24,7)	23,5(15,0-31,9)
IFN-γ, пг/мл	3,2(1,4-5,8)**	19,8(12,3-19,9)
IL-6, пг/мл	2,1(1,0-2,6)**	6,6(4,6-10,1)

Примечание: *p<0,05, **p<0,01

Повышенный уровень некротизированных лимфоцитов сочетается с увеличением числа апоптотических лимфоцитов AnV+/PI- как в абсолютном, так и относительном значении (таблица 1). Растет содержание Т-хелперов и лимфоцитов с рецептором CD95 (рисунок 2), но сокращается уровень фенотипов CD23+, HLADR. У лиц с высокой активностью некроза лимфоцитов не установлено различия в содержании зрелых клеток CD3+, цитотоксических (CD8+, CD16+), активированных посредством IL-2 и трансферрина (CD25+, CD71+) по сравнению с людьми с более низким содержанием AnV+/PI+. Однако увеличивается концентрация иммуноглобулинов А, Е, G на фоне снижения цитокинов (IFN-γ, IL-6) и серотонина.

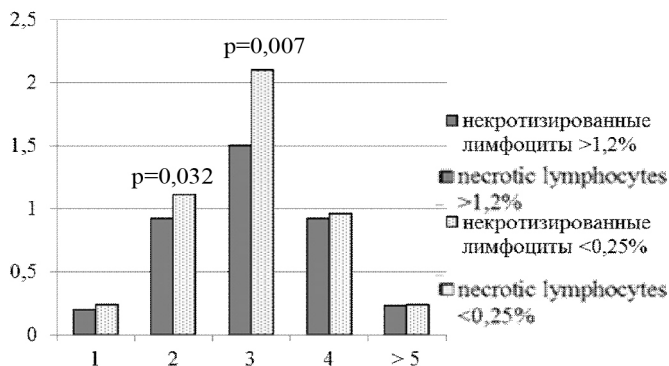
$\times 10^9$ кл/л

Рис. 1. Нейтрограмма периферической крови практически здоровых людей в зависимости от содержания некротизированных лимфоцитов

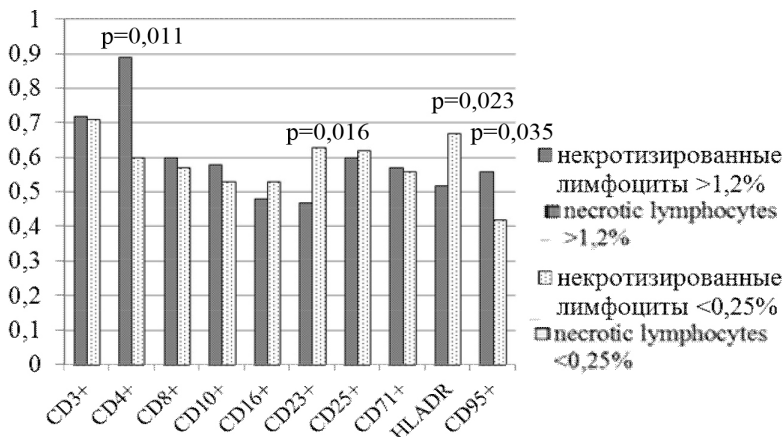
 $\times 10^9$ кл/л

Рис. 2. Содержание фенотипов лимфоцитов периферической крови у практически здоровых людей в зависимости от содержания некротизированных лимфоцитов

Вероятно, процесс активного антителообразования у лиц с высоким уровнем некроза лимфоцитов сопряжен с компенсаторным снижением числа зрелых В-лимфоцитов с рецепторами к IgE и белкам главного комплекса гистосовместимости класса II. Именно эти клетки преимущественно

но подвергаются некротической и апоптотической гибели; Т-хелперы и Fas-положительные лимфоциты, напротив, увеличивают свой выход из пристеночного сосудистого пула. Есть сведения, что в условиях *in vitro* процесс дифференцировки В-клеток в антителопродуценты стимулируется ИЛ-4 и липополисахаридами, а также наличием контакта с Т-хелперами на основе взаимодействия CD40/CD40L [4, 13]. Благодаря молекуле CD40 в В-лимфоцит поступает сигнал, направленный на переключение изотипа Н-цепи иммуноглобулинов [14, 18]. Можно предположить, что выявленное нами увеличение концентрации CD4+ лимфоцитов дополнительно индуцирует синтез IgA, IgG, IgE у людей с высоким уровнем некроза лимфоцитов.

Некротическая гибель не ассоциирована с клеточным цитолизом по содержанию цитотоксических Т-лимфоцитов и натуральных киллеров, но обратно взаимосвязана с реакцией фагоцитоза нейтрофилов. Низкий уровень фагоцитирующих гранулоцитов с 2 и 3 сегментами ядра на фоне стабилизации процессов пролиферации и апоптоза нейтрофилов может свидетельствовать о трансэндотелиальной миграции сегментоядерных клеток в ткани. После выхода гранулоцитов из костного мозга в кровь часть из них беспрепятственно циркулирует в сосудистом русле – циркулирующий пул нейтрофилов, оставшаяся же часть занимает пристеночное положение – маргинальный пул гранулоцитов [16, 19]. Из сосудистого русла нейтрофилы выходят в различные ткани и экстраваскулярные пространства, где они и утилизируются [1, 10, 20].

Низкая фагоцитарная активность гранулоцитов стимулирует накопление некротизированных и апоптотически измененных лимфоцитов, так как именно фагоциты (нейтрофилы и макрофаги) ответственны за процессы утилизации погибших клеток. Они распознают некротические клеточные остатки посредством целого спектра рецепторов, включающих Toll like рецепторы (TLR), CD14, CD40, RAGE, рецепторы лектинового типа Clec2d, Mincle (связывающимся с SAP-130) и другие [9, 12, 17]. Возможно, подавление фагоцитоза вызвано значительным сокращением (в 3-4 раза) содержания биогенного амина серотонина. Показано, что в условиях физиологических значений от 1 до 10 μM серотонин активизирует фагоцитоз опсонизированных *Staphylococcus aureus* полиморфноядерными клетками человека [21]. С другой стороны, при взаимодействии серотонина с 5-HT₂ рецепторами лимфоцитов, усиливается транслокация NF- κ B в ядре и запускается пролиферация этих клеток на фоне повышения уровня экспозиции рецепторов к интерлейкину 2 (ИЛ-2R α) [6, 24]. Таким образом, под влиянием серотонина увеличивается выживаемость Т- и В-лимфоцитов, уровень их пролиферативной активности на фоне закономерного снижения показа-

теля гибели данных клеток. В нашей работе низкое содержание серотонина сочетается с повышением активности некроза и апоптоза лимфоцитов, что вполне согласуется с приведенными литературными данными.

При изучении влияния цитокинов на уровень гибели лимфоцитов, нами выявлено антинекротическое и антиапоптотическое действие IFN- γ и IL-6 (в пределах своих нормативных значений). Вероятно, это происходит в результате снижения активации транскрипционного фактора STAT-1 и роста концентрации регуляторного фактора интерферона IRF-1 в клетке на фоне сокращения локализации рецепторов IFN- γ R2 на поверхности клеточной мембраны [8]. IL-6, в свою очередь, повышает жизнеспособность лимфоцитов посредством активизации сигнального пути gp130-STAT3 [7, 21].

Заключение

Таким образом, некротическая гибель лимфоцитов в пределах физиологических границ в отличие от апоптоза повышает активность иммунных реакций на фоне снижения содержания циркулирующих полиморфноядерных гранулоцитов, активности их фагоцитоза, концентраций IFN- γ и IL-6, а также серотонина. Некротическая смерть лимфоцитов ассоциирована с увеличением уровня апоптоза этих клеток и не взаимосвязана с цитотоксичностью Т-лимфоцитов и натуральных киллеров. Некрозу и апоптозу подвергаются преимущественно зрелые В-клетки с рецепторами к IgE и белкам главного комплекса гистосовместимости класса II.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований по теме лаборатории экологической иммунологии Института физиологии природных адаптаций ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН № гос. регистрации АААА-А17-117033010124-7.

Список литературы

1. Добродеева Л.К. Влияние миграционных и пролиферативных процессов лимфоцитов на состояние иммунного фона человека, проживающего в условиях высоких широт / Л.К. Добродеева, В.П. Патракеева. Екатеринбург: УрО РАН, 2018, 203 с.
2. Потапнев М.П. Аутофагия, апоптоз, некроз клеток и иммунное распознавание своего и чужого // Иммунология. 2014. Т. 35, № 2. С. 95–102.
3. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София: Медицина и физкультура, 1968. 1064 с.
4. Хайтов Р.М. Внутриклеточные сигнальные пути, активирующие или ингибирующие функции клеток иммунной системы. 3. Формирование и регуля-

- ция сигнальных путей, индуцируемых активацией антигенраспознающих рецепторных структур Т- и В-лимфоцитов / Р.М. Хаитов, В.М. Манько, А.А. Ярилин // *Успехи современной биологии*. 2005. Т. 125, № 6. С. 544-554.
5. Черешнев В.А. Молекулярные механизмы воспаления / В.А. Черешнев, Б.А. Фролов, Н.М. Беляева и др. // Под общ. ред. акад. В.А. Черешнева. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 262 с.
 6. Abdouh M. 5-HT1A-mediated promotion of mitogen-activated T and B cell survival and proliferation is associated with increased translocation of NF-kappaB to the nucleus / M. Abdouh, P.R. Albert, E. Drobetsky [et al.] // *Brain Behav. Immun.* 2004. Vol. 18. P. 24–34. [https://doi.org/10.1016/s0889-1591\(03\)00088-6](https://doi.org/10.1016/s0889-1591(03)00088-6)
 7. Atsumi T. IFN- γ expression in CD8+ T cells regulated by IL-6 signal is involved in superantigen-mediated CD4+ T cells death / T. Atsumi, M. Sato, D. Kamimura [et al.] // *Int. Immunol.* 2009. Vol. 21, Is. 1. P. 73-80. <https://doi.org/10.1093/intimm/dxn125>
 8. Bernabei P. Interferon-gamma receptor 2 expression as the deciding factor in human T, B, and myeloid cell proliferation or death / P. Bernabei, E.M. Coccia, L. Rigamonti [et al.] // *J. Leukoc. Biol.* 2001. Vol. 70. № 6. P. 950–960. <https://jlb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1189/jlb.70.6.950>
 9. Bottcher A. Involvement of phosphatidylserine, $\alpha\beta 3$, CD14, CD36, and complement C1q in the phagocytosis of primary necrotic lymphocytes by macrophages / A. Bottcher, U.S. Gaipl, B.G. Furnrohr [et al.] // *Arthritis & Rheumatology*. 2006. Vol. 54, Is.3. P. 927-938. <https://doi.org/10.1002/art.21660>
 10. Brown G.D. C-type lectins in immunity and homeostasis / G.D. Brown, J.A. Willment, L. Whitehead // *Nat. Rev. Immunol.* 2018. Vol. 18. P. 374-389. <https://doi.org/10.1038/s41577-018-0004-8>
 11. Bustin M. At the crossroads of necrosis and apoptosis: signaling to multiple cellular targets by HMGB1 // *Science Signaling*. 2002. Vol. 2002, Is. 151. P. 39. <https://doi.org/10.1126/stke.2002.151.pe39>
 12. Chen G.Y. Sterile inflammation: sensing and reacting to damage / G.Y. Chen, G. Nunez // *Nature Rev. Immunol.* 2010. Vol. 10. P. 826–837. <https://doi.org/10.1038/nri2873>
 13. Dustin M.L. Help to go: T cells transfer CD40L to antigen-presenting B cells // *Eur. J. Immunol.* 2017. Vol. 47, Is. 1. P. 31-34. <https://doi.org/10.1002/eji.201646786>
 14. Gardell J.L. CD40L is transferred to antigen-presenting B cells during delivery of T-cell help / J. L. Gardell, D.C. Parker // *European J. of Immunology*. 2017. Vol. 47, Is. 1. P. 41-50. <https://doi.org/10.1002/eji.201646786>
 15. Golstein P. Cell death by necrosis: towards a molecular definition / P. Golstein, G. Kroemer // *Trends Biochem. Sci.* 2007. Vol. 32, Is. 1. P. 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2006.11.001>

16. Lahoz-Beneytez J. Human neutrophil kinetics: modeling of stable isotope labeling data supports short blood neutrophil half-lives / J. Lahoz-Beneytez, M. Elemans, Y. Zhang, et al. // *Blood*. 2016. Vol. 127, Is. 26. P. 3431-3438. <https://doi.org/10.1182/blood-2016-03-700336>
17. Lai J.-J. Immune sensing of cell death through recognition of histone sequence by C-type lectin-receptor-2d causes inflammation and tissue injury / J.-J. Lai, F.M. Cruz, K.L. Rock // *Immunity*. 2019. Vol. 52, Is. 1. P. 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2019.11.013>
18. Lu J. CD4+ T cell-released extracellular vesicles potentiate the efficacy of the HBsAg vaccine by enhancing B cell responses / J. Lu, J. Wu, F. Xie, [et al.] // *Advanced Science*. 2019. Vol. 6, Is. 23. 1802219. <https://doi.org/10.1002/adv.201802219>
19. Orr Y. A kinetic model of bone marrow neutrophil production that characterizes late phenotypic maturation / Orr Y., Wilson D.P., Taylor J.M. [et al.] // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2006. Vol. 292, Is. 4. R1707-16. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00627.2006>
20. Rosales C. Neutrophils at the crossroads of innate and adaptive immunity // *J. of Leukocyte Biology*. 2020. Vol. 108, Is. 1. P. 377-396. <https://doi.org/10.1002/JLB.4MIR0220-574RR>
21. Servais F.A. Modulation of the IL-6-Signaling Pathway in Liver Cells by miRNAs Targeting gp130, JAK1, and/or STAT3 / F.A. Servais, M. Kirchmeyer [et al.] // *Mol Ther Nucleic Acids*. 2019. Vol. 16. P. 419-433. <https://doi.org/10.1016/j.omtn.2019.03.007>
22. Schuff-Werner P. Antioxidative properties of serotonin and the bactericidal function of polymorphonuclear phagocytes / P. Schuff-Werner, W. Spletstoesser // *Adv. Exp. Med. Biol.* 1999. Vol. 467. P. 321-325. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4709-9_41
23. Vanlangenakker N. Molecular mechanisms and pathophysiology of necrotic cell death / N. Vanlangenakker, T.V. Berghe, D.V. Krysko [et al.] // *Curr. Mol. Med.* 2008. Vol. 8, Is. 3. P. 207-220. <https://doi.org/10.2174/156652408784221306>
24. Wu H. Beyond a neurotransmitter: The role of serotonin in inflammation and immunity / H. Wu, T.H. Denna, J.N. Storkersen, V.A. Gerriets // *Pharmacol. Res.* 2019. Vol. 140. P. 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.06.015>
25. Wu H. Beyond a neurotransmitter: The role of serotonin in inflammation and immunity / H. Wu, T.H. Denna, J.N. Storkersen, V.A. Gerriets // *Pharmacol. Res.* 2019. Vol. 140. P. 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.06.015>
26. Zhu H. Heat shock protein 70.1 (Hsp70.1) affects neuronal cell fate by regulating lysosomal acid sphingomyelinase / H. Zhu, T. Yoshimoto, T. Yamashima // *J Biol Chem*. 2014. Vol. 289. P. 27432-27443. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.560334>

References

1. Dobrodeeva L.K., Patrakeeva V.P. *Vliyaniye migratsionnykh i proliferativnykh protsessov limfotsitov na sostoyaniye immunnogo fona cheloveka, prozhivayushchego v usloviyakh vysokikh shirot* [Influence of migration and proliferative processes of lymphocytes on the state of the immune background of a person living in conditions of high latitudes]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2018, 203 p.
2. Potapnev M.P. Autofagiya, apoptoz, nekroz kletok i immunoee raspoznavanie svoego i chuzhogo [Autophagy, apoptosis, cell necrosis and immune recognition of self and alien]. *Immunologiya*, 2014, vol. 35, no. 2, pp. 95–102.
3. Todorov Y. *Klinicheskie laboratornye issledovaniya v pediatrii* [Clinical laboratory research in pediatrics]. Sofiya : Meditsina i fizkul'tura, 1968, 1064 p.
4. Khaitov R.M., Man'ko V.M., Yarilin A.A. Vnutrikletochnye signal'nye puti, aktiviruyushchie ili ingibiruyushchie funktsii kletok immunnoy sistemy. 3. Formirovaniye i regulyatsiya signal'nykh putey, indutsiruemykh aktivatsiyei antigenraspoznavayushchikh retseptornykh struktur T- i V-limfotsitov [Intracellular signaling pathways that activate or inhibit the functions of cells of the immune system. 3. Formation and regulation of signaling pathways induced by activation of antigen-recognizing receptor structures of T- and B-lymphocytes]. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2005, vol. 125, no. 6, pp. 544-554.
5. Chereshnev V.A., Frolov B.A., Belyaeva N.M. et al. *Molekulyarnye mekhanizmy vospaleniya* [Molecular mechanisms of inflammation] / ed. V.A. Chereshnev. Ekaterinburg: UrO RAN, 2010, 262 p.
6. Abdouh M., Albert P.R., Drobetsky E. et al. 5-HT1A-mediated promotion of mitogen-activated T and B cell survival and proliferation is associated with increased translocation of NF-kappaB to the nucleus. *Brain Behav. Immun.*, 2004, vol. 18, pp. 24–34. [https://doi.org/10.1016/s0889-1591\(03\)00088-6](https://doi.org/10.1016/s0889-1591(03)00088-6)
7. Atsumi T., Sato M., Kamimura D. IFN- γ expression in CD8+ T cells regulated by IL-6 signal is involved in superantigen-mediated CD4+ T cells death. *Int. Immunol.*, 2009, vol. 21, no. 1, pp. 73-80. <https://doi.org/10.1093/intimm/dxn125>
8. Coccia E.M., Rigamonti L. et al. Interferon-gamma receptor 2 expression as the deciding factor in human T, B, and myeloid cell proliferation or death. *J. Leukoc. Biol.*, 2001, vol. 70, no. 6, pp. 950–960. <https://jlb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1189/jlb.70.6.950>
9. Bottcher A., Gaipal U.S., Furnrohr B.G. et al. Involvement of phosphatidylserine, $\alpha\beta 3$, CD14, CD36, and complement C1q in the phagocytosis of primary necrotic lymphocytes by macrophages. *Arthritis & Rheumatology*, 2006, vol. 54, no. 3, pp. 927-938. <https://doi.org/10.1002/art.21660>

10. Brown G.D., Willment J.A., Whitehead L. C-type lectins in immunity and homeostasis. *Nat. Rev. Immunol.*, 2018, vol. 18, pp. 374-389. <https://doi.org/10.1038/s41577-018-0004-8>
11. Bustin M. At the crossroads of necrosis and apoptosis: signaling to multiple cellular targets by HMGB1. *Science Signaling*, 2002, vol. 2002, no. 151, pp. 39. <https://doi.org/10.1126/stke.2002.151.pe39>
12. Chen G.Y., Nunez G. Sterile inflammation: sensing and reacting to damage. *Nature Rev. Immunol.*, 2010, vol. 10, pp. 826–837. <https://doi.org/10.1038/nri2873>
13. Dustin M.L. Help to go: T cells transfer CD40L to antigen-presenting B cells. *Eur. J. Immunol.*, 2017, vol. 47, no. 1, pp. 31-34. <https://doi.org/10.1002/eji.201646786>
14. Gardell J.L., Parker D.C. CD40L is transferred to antigen-presenting B cells during delivery of T-cell help. *European J. of Immunology*, 2017, vol. 47, no. 1, pp. 41-50. <https://doi.org/10.1002/eji.201646786>
15. Golstein P., Kroemer G. Cell death by necrosis: towards a molecular definition. *Trends Biochem. Sci.*, 2007, vol. 32, no. 1, pp. 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2006.11.001>
16. Lahoz-Beneytez J., Elemans M., Zhang Y. et al. Human neutrophil kinetics: modeling of stable isotope labeling data supports short blood neutrophil half-lives. *Blood*, 2016, vol. 127, no. 26, pp. 3431-3438. <https://doi.org/10.1182/blood-2016-03-700336>
17. Lai J.-J., Cruz F.M., Rock K.L. Immune sensing of cell death through recognition of histone sequence by C-type lectin-receptor-2d causes inflammation and tissue injury. *Immunity*, 2019, vol. 52, no. 1, pp. 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2019.11.013>
18. Lu J., Wu J., Xie F. et al. CD4+ T cell-released extracellular vesicles potentiate the efficacy of the HBsAg vaccine by enhancing B cell responses. *Advanced Science*, 2019, vol. 6, no. 23, 1802219. <https://doi.org/10.1002/advs.201802219>
19. Orr Y., Wilson D.P., Taylor J.M. et al. A kinetic model of bone marrow neutrophil production that characterizes late phenotypic maturation. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2006, vol. 292, no. 4, R1707-16. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00627.2006>
20. Rosales C. Neutrophils at the crossroads of innate and adaptive immunity. *J. of Leukocyte Biology*, 2020, vol. 108, no. 1, pp. 377-396. <https://doi.org/10.1002/JLB.4MIR0220-574RR>
21. Servais F.A., Kirchmeyer M. et al. Modulation of the IL-6-Signaling Pathway in Liver Cells by miRNAs Targeting gp130, JAK1, and/or STAT3. *Mol Ther Nucleic Acids*, 2019, vol. 16, pp. 419-433. <https://doi.org/10.1016/j.omtn.2019.03.007>
22. Schuff-Werner P., Spletstoesser W. Antioxidative properties of serotonin and the bactericidal function of polymorphonuclear phagocytes. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 1999, vol. 467, pp. 321–325. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4709-9_41

23. Vanlangenakker N., Berghe T.V., Krysko D.V. et al. Molecular mechanisms and pathophysiology of necrotic cell death. *Curr. Mol. Med.*, 2008, vol. 8, no. 3, pp. 207-220. <https://doi.org/10.2174/156652408784221306>
24. Wu H., Denna T.H., Storkersen J.N., Gerriets V.A. Beyond a neurotransmitter: The role of serotonin in inflammation and immunity. *Pharmacol. Res.*, 2019, vol. 140, pp. 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.06.015>
25. Wu H., Denna T.H., Storkersen J.N., Gerriets V.A. Beyond a neurotransmitter: The role of serotonin in inflammation and immunity. *Pharmacol. Res.*, 2019, vol. 140, pp. 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.06.015>
26. Zhu H., Yoshimoto T., Yamashima T. Heat shock protein 70.1 (Hsp70.1) affects neuronal cell fate by regulating lysosomal acid sphingomyelinase. *J Biol Chem.*, 2014, vol. 289, pp. 27432-27443. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.560334>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Ставинская Ольга Александровна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории экологической иммунологии Института физиологии природных адаптаций
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики имени акад. Н.П. Лаверова Уральского отделения Рос-
сийской академии наук
наб. Северной Двины, 23, г. Архангельск, 1630000, Российская Фе-
дерация
us@fciarctic.ru*

Добродеева Лилия Константиновна, д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории регуляторных механизмов иммунитета Института физиологии природных адаптаций
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики имени акад. Н.П. Лаверова Уральского отделения Рос-
сийской академии наук
наб. Северной Двины, 23, г. Архангельск, 1630000, Российская Фе-
дерация
dobrodeeva.l@yandex.ru*

Патракеева Вероника Павловна, канд. биол. наук, зав. лабораторией экологической иммунологии Института физиологии природных адаптаций

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики имени акад. Н.П. Лаврова Уральского отделения Рос-
сийской академии наук
наб. Северной Двины, 23, г. Архангельск, 1630000, Российская Фе-
дерация
patrakeewa.veronika@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Ol'ga A. Stavinskaya, Cand. of Biol. Sc., Senior Researcher of the Laboratory of Environmental Immunology Institute of Environmental Physiology *N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian academy of Science (FECIAR UrB RAS)* 23, Northen Dvina Emb., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation *us@fciartic.ru*
SPIN-code: 2766-9228
ORCID: 0000-0002-0022-5387

Liliya K. Dobrodeeva, Dr. Sc. (Medicine), Professor, Chief Researcher, Laboratory of Immunity Regulatory Mechanisms Institute of Environmental Physiology *N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian academy of Science (FECIAR UrB RAS)* 23, Northen Dvina Emb., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation *dobrodeeva.l@yandex.ru*
SPIN-code: 4518-6925
ORCID: 0000-0003-3211-7716
ResearcherID: J-3753-2018
Scopus Author ID: 6603579532

Veronika V. Patrakeeva, Cand. of Biol. Sc., Head of the Laboratory of Environmental Immunology Institute of Environmental Physiology *N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian academy of Science (FECIAR UrB RAS)* 23, Northen Dvina Emb., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation *patrakeewa.veronika@yandex.ru*
SPIN-code: 9573-1094
ORCID: 0000-0001-6219-5964
ResearcherID: B-7958-2016
Scopus Author ID: 42962303300

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-224-237

UDC 574.24

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF STRESS ON PLANTS OF WESTERN SIBERIAN RAISED BOGS BY THE METHOD OF FRACTAL ANALYSIS

V.B. Ivanov, A.V. Scherbakov

Sufficient evidence has been collected that alternative biological and ecological processes may occur in individual plant specimens that dwell in environmentally equivalent habitats. Environmental stress triggers individual, specimen-specific adaptive response. The paper shows how fractal analysis can be used to study the degree of stress that plants in different habitats and environmental factor combinations are exposed to.

Keywords: *fractal analysis; habitat; stress; morphological and physiological parameters*

For citation. *Ivanov V.B., Scherbakov A.V. Assessment of the Level of Stress on Plants of Western Siberian Raised Bogs by the Method of Fractal Analysis. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 224-XX. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-224-237*

ОЦЕНКА УРОВНЯ СТРЕССОВОЙ НАГРУЗКИ НА РАСТЕНИЯ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ МЕТОДОМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

В.Б. Иванов, А.В. Щербаков

В настоящее время накопилось достаточно сведений, что в экологически эквивалентных условиях среды обитания могут реализоваться альтернативные биологические и экологические процессы у индивидуальных образцов растений. Давление окружающей среды на растения, способствует запуску индивидуальных, отличных от других растений данного сообщества, ответных адаптивных механизмов. В статье показана возможность применения фрактального анализа для изучения степени стрессовой нагрузки у растений в различных местообитаниях и комбинациях факторов внешней среды.

Ключевые слова: фрактальный анализ; условия обитания; стресс; морфофизиологические параметры

Для цитирования. Иванов В.Б., Щербаков А.В. Оценка уровня стрессовой нагрузки на растения верховых болот Западной Сибири методом фрактального анализа // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 224-XX. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-224-237

Introduction

Individual environmental factors vary substantially, which is typical of natural plant habitats [1, 2, 12, 8]. Another important factor of such natural habitats is that they are dynamic, which causes the ubiquitous presence of various stressors [20, 21]. Lack of mineral nutrients, suboptimal water access and temperatures, and fierce competition are but a few of the many common natural stressors [3, 6, 15, 22]. Under such conditions, plants develop an extremely complex and plastic pattern of adaptive responses; these processes in individual plant specimens can be tracked by a broad spectrum of direct and recalculated morphological and physiological indicators [9, 28, 36].

Several papers have shown that in order to adapt to such unpredictable habitats, plants apply a multiplicity of adaptive responses, which makes them radically different from animals [5, 13, 14, 16, 17, 18, 38]. The principle is essential as follows: when exposed to this or that stress, a plant will trigger as many protective mechanisms as their resources allow [23, 19]. The intensity ratio of these mechanisms in individual plant specimens may vary on a daily basis whether in a laboratory setting or in field. In terms of the quantity and quality of its physiological mechanisms, a single plant may differ not only from its neighbors, but also from its former self from a day or a few days ago [11, 37, 39].

This is why the specimen-specific indicators and the general pattern of correlations in the environmental parameters vary so greatly. Correlations between plant indicators show a high degree of plasticity, which makes it difficult to estimate the influence of individual factors and the general stress that plants in this or that habitat are exposed to. Apparently, more intense stress is associated with lower resources available to plant defenses, which means plants need to use less defenses. This fully applies to plants in the harsh wilds of Western Siberia [4, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33].

Therefore, plants may be expected to have more similar behavior when under severe stress, which can be shown by a variety of mathematical methods. This is the idea behind this research. To date, science lacks a simple and versatile stress assessment method applicable to plants in natural habitats.

Materials and Methods

The fractal analysis finds ever greater use in biology and ecology. The general principles and applicability of fractal analysis to the ecological physiology of plants consist in the following. A multi-level object that features self-similarity across its levels, or a process that has self-similarity across its timespan, can be considered of fractal nature [7, 27, 31].

The fractal analysis classifies any multi-component system into one of the three categories:

- regular objects;
- fractal objects;
- predominantly chaotic objects.

Fractal analysis methods described in the literature and adapted herein apply to any array of specimen-specific data. This applies to both plants and to soil sampled in plant habitats. The fractal analysis procedure is outlined in Table 1.

Table 1.

Steps of fractal analysis

Step	Actions	Criteria and results
Sampling	This step produces a matrix sized 10*10 as a minimum; the matrix contains the inputs (specimen-specific indicators). Columns are for the indicators, and lines are for their values. After lines with specimen-specific values, there go lines that sum these values and scale them by an increasing value (by 2, 3, 4, and 5). The lowest value is for the totals of individual cells.	There must be at least 10 indicators. The number of objects for analysis must be composite (10, 12, 15, 16, etc.)
Determine N (the scale)	The scale varies from 1 (singular specimens) to a maximum equal to the total number of tested specimens, N.	N is essentially the maximum total number of tested individual specimens.
Find n_p , the contribution of each value to the total of each parameter.	This is a conventional ranking by variables. For each parameter, divide the value of each cell by the total in the bottom line. This will produce relative values for each parameter.	Cells should therefore total 1 in the bottom line. Other cells must be less than 1 and increase proportionally as more and more cells are summed up until the value reaches 1
Find q (the scaling range)	A fractal object must feature self-similarity across a wide range of scales. The range is set by the values of q.	In practice, a q range from -5 to 5 with increments of 0.1 to 0.5 is sufficient. The increment can be reduced for a greater resolution.

End of a Table 1.

Calculate the value of distribution moments M_q	1. For each q , raise the values of the matrix to the power of q . 2. In each of the matrices, find the totals of each horizontal row in each line.	The result is the scaling of distribution moments M_q
Scaling of the distribution moments M_q	Fundamental for fractal analysis is the fact that M_q is a power function of N . This can be proven by calculating the coefficients of correlation between the logarithms of these parameters for the given q .	$\log M_q$ is in a significant correlation with $\log N$; this is the fundamental sign of self-similarity in the tested object, therefore of its potential fractal nature.

Self-similarity is considered proven if $\log M_q$ is in significant correlation with $\log N$ across the q range. This is the primary condition of being in line with the principles of fractal formalism.

The practice of fractal analysis of plant and soil parameters has shown that the coefficient of significant ($p \leq 0.05$) correlation between $\log M_q$ and $\log N$ may vary in a range that depends on the object under analysis. A coefficient equal to 1 in absolute value means that the input array contains indicators of identical elements and represents a regular object. If the coefficient deviates from -1 to 1 whilst still being significant, it signifies a greater diversity in specimen-specific indicators.

Results and Discussions

Studies carried out by the authors hereof show that indeed, habitat and in particular the mineral nutrition it provides is of utmost importance for diversifying the indicators. Stress that *Oxycoccus palustris* Pers., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench., *Andromeda polifolia* L. was exposed to was measured by fractal analysis of plant and soil parameters in a control field and an experimental field. The control field was the tested plants' natural habitat. The experimental field was natural habitat with a single application of Nitroammophosca, see Table 2.

Table 2.

Fractal analysis of the indicators of *Oxycoccus palustris* Pers., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench., *Andromeda polifolia* L. and soil in Western Siberia

No.	Object, year, site	Parameters used in fractal analysis	Average absolute value of the $\log M_q$ - $\log N$ correlation coefficient
1	Cranberry, 2014, control	Morphological and weight parameters, total flavonoid content	0.922
2	Cranberry, 2014, fertilized	Morphological and weight parameters, total flavonoid content	0.915
3	Myrtle, 2014, control	Morphological and weight parameters, total flavonoid content	0.922

End of a Table 2.

4	Myrtle, 2014, fertilized	Morphological and weight parameters, total flavonoid content	0.995
5	Bog rosemary, 2014, control	Morphological and weight parameters, total flavonoid content	0.922
6	Bog rosemary, 2014, fertilized	Morphological and weight parameters, total flavonoid content	0.920
	Soil, 2014, control	Concentrations of P, N, Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, Mn	0.88
	Soil, 2014, fertilized	Concentrations of P, N, Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, Mn	0.922

Notes:

1. Nitroammophosca, an N/P/K fertilizer, was applied once early in summer vegetation at a dose of 16 kg/ha.

2. All the correlation coefficients shown in the table are significant at $p \leq 0.05$

3. A total of 27 plant indicators and 10 soil indicators were tested by fractal analysis.

As shown in Table 2, two of the three tested species (*Oxycoccus palustris* Pers., *Andromeda polifolia* L.) had a slight reduction in their logMq-logN correlation coefficient as a result of applying the fertilizer in early vegetation; thus, the difference between the specimen-specific morphological and physiological indicators increased. The authors hereof believe this could indicate a slight improvement in their habitats.

Therefore, it might be safe to say that the logMq-logN correlation coefficient for different species in their natural habitats can be used as a universal stress indicator.

This study produced a general algorithm of how to use fractal analysis to assess the condition of plants exposed to a varying degree of stress. Fractal analysis-based testing for stress involves these steps:

1. Collect specimen-specific indicator values.
2. Add the input to the unified matrix.
3. Find (if necessary, adjust) the scaling range q .
4. Run the fractal analysis.
5. Find the logMq-logN correlation coefficients.
6. Compare the coefficients against the reference, i.e., against the values typical of regular objects (-1 for negative q , 1 for positive q).
7. Find the deviation of the correlation coefficient from the reference for each q .
8. Assess the stress.

Conclusions

The proposed plant stress assessment technique can use any data specific to a single plant specimen, whether it is growth or morphological indicators, the concentrations of individual metabolites including the secondary ones, or local readings of the habitats, be it soil, atmospheric, or hydrological readings. The key requirement is to avoid zeroes in data as much as possible, as such data might skew the calculations and result in misvaluation of stress. The method requires a minimum data array of 10×10 (10 plant specimens and 10 indicators). Stress calculations involve Excel and Statistica.

Acknowledgments

The work was supported by the grant from the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) 18-44-860006 r_a.

References

1. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Vojtova V.A. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12 (1), pp. 71–78. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-71-78>
2. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Ivanov N.A., Marach V.S. *V mire nauchnykh otkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2017. vol. 9. № 1-2. pp. 36-41.
3. Bever J.D., Dickie I.A., Facelli E., Facelli J.M., Klironomos J., Moora M, ... Rillig M.C. Rooting theories of plant community ecology in microbial interactions. *Trends in Ecology and Evolution*, 2010, vol. 25, no. 8, pp. 468–478. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.05.004>
4. Volkov I.M., Ryahin M.S., Belousov S.N., Aleksandrova V.V., Ivanov V.B. *Neftyanoe hozyajstvo* [Oil Industry]. 2018, vol. 2, pp. 109-112. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2018-2-109-112>
5. Bundy J.G., Davey M.P., Viant M.R. Environmental metabolomics: a critical review and future perspectives. *Metabolomics*, 2009, vol. 5, no. 1, pp. 3-21. <http://dx.doi.org/10.1007/s11306-008-0152-0>
6. Gaston K.J., Choun S.L. Neutrality and niche. *Functional ecology*, 2005, vol. 19, no. 1, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2005.00948.x>
7. Gelashvili D.B., Iudin D.I., Rosenberg G.S., Yakimov V.N., Solntsev L.A. *Fraktaly i mul'tifraktaly v bioekologii* [Fractals and multifractals in bioecology]. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod University, 2013, 370 p.
8. Ivanov V.B., Alexandrova V.V., Usmanov I.Y., Yumagulova E.R., Chibrikov O.V., Ivanov N.A., Shcherbakov A.V. *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 2, pp. 47-50. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00018.5>

9. Ivanov V., Shcherbakov A. *Modern Phytomorphology*, 2021, vol. 15, pp. 56-61. <https://www.phytomorphology.com/articles/enzymes-of-flavonoid-biosynthesis-as-a-reason-for-the-polyvariant-nature-of-their-accumulation.pdf>
10. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Gonhar I.G., Ivanova A.V., Usmanov I.Yu. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJABR)*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 456-464. <https://bipublication.com/files/ijabr2019263Ivanov.pdf>
11. Ivanov V., Shcherbakov A., Usmanov I. *Modern Phytomorphology*, 2021, vol. 15, pp. 48-50. <https://www.phytomorphology.com/articles/bifurcations-and-neutrality-in-the-biosynthesis-of-plant-flavonoids.pdf>
12. Ivanov V.B., Dolgih A.M., Loginov A.M., Ivanova L.G. *V mire nauchnyh otrkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2018. vol. 10. № 3-2. pp. 28-36.
13. Kimura M. *The Neutral Theory of Molecular Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511623486>
14. Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. *Plant physiological ecology*. Springer, 2008, 605 p. <https://www.springer.com/gp/book/9781493937059>
15. Mavletova-Chistyakova M.V., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Yumagulova E.R., Usmanov I.Yu. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State Humanitarian University]. 2017, vol. 4, pp. 124-133. <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49618>
16. Mandelbrot B.B. *The fractal geometry of nature*. New York: Freeman, 1982, 468 p.
17. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment. *Molecules*. 2014, vol. 19, no. 10, pp. 16240-16265. <https://doi.org/10.3390/molecules191016240>
18. McGill B.J. Towards a unification on unified theories of biodiversity. *Ecology Letters*, 2010, vol. 13, no. 5, pp. 627-642. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01449.x>
19. Petrucci E., Braidot E., Zancani M., Peresson C., Bartolini A., Patui S., Vianello A. Plant flavonoid-biosynthesis, transport and involvement in stress responses. *Int. J. Mol. Sci.*, 2013, vol. 14, no. 7, pp. 14950–14973. <https://doi.org/10.3390/ijms140714950>
20. Rosenberg G.S. *Modeli v fitocenologii*. Moscow: USSR: Publishing House Nauka, 1984, 240 p.
21. Rosenberg G.S. Introduction to Theoretical Ecology / In two volumes; 2nd ed., revised and expanded. Togliatti: Cassandra, 2013. V. 1. 565 p. V. 2. 445 p.
22. Tilman D. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: A stochastic theory of resource competition, invasion and community assembly. *Presiding*

- of the National Academy of Science (PNAS)*, 2004, vol. 101, no. 30, pp. 10854–10861. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403458101>
23. Usmanov I.Yu., Shcherbakov A.V., Mavletova M.V., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2016, vol. 18 (2-2), pp. 525-529. http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2016/2016_2_525_529.pdf
 24. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Korkina E.A., Shcherbakov A.V., Ivanov N.A., Ryabuha A.V. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State Humanitarian University], 2016, vol. 2, pp. 87-94. <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49497>
 25. Usmanov I.Yu., Ivanov V.B., Ivanov N.A. *Ekologicheskie problemy bassejnov krupnyh rek – 6: Materialy mezhdunarodnoj konferencii* [Environmental problems of large river basins - 6: Materials of the international conference]. Tol'yatti: Anna, 2018, pp. 303-305.
 26. Usmanov I.Yu., Ovechkina E.S., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Shayahmetova R.I. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State Humanitarian University], 2015, no. 1, pp. 79-86. <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49407>
 27. Usmanov I.Yu., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Yumagulova E.R. *Trudy IX S"ezda obshchestva fiziologov rastenij Rossii «Fiziologiya rastenij - osnova sozdaniya rastenij budushchego»* [IX Congress of the Society of Plant Physiologists of Russia "Plant Physiology - the basis for the creation of plants of the future"]. Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta, 2019, 446 p.
 28. Usmanov I.YU., Shcherbakov A.V., Yumagulova E.R., Ivanov V.B. *Ekologiya i evolyuciya: novye gorizonty. Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma, posvyashchennogo 100-letiyu akademika S.S. Shvarca. Institut ekologii rastenij i zhivotnyh* [Ecology and Evolution: New Horizons. Materials of the International Symposium dedicated to the 100th anniversary of Academician S.S. Schwartz]. UrO RAN, 2019, pp. 288-289.
 29. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Gonchar I.G., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State Humanitarian University], 2019, no. 2, pp. 59-71. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/19-2/08>
 30. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Schaichmetova R.I., Scherbakov A.V., Mavletova-Chistuakova M.V. *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2017, vol. 30, no. 4, pp. 81-85. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2017.00195.1>

31. Usmanov I., Ivanov V., Shcherbakov A. *Modern Phytomorphology*, 2020, vol. 14, pp. 77-84. <https://www.phytomorphology.com/articles/system-for-ecological-regulation-of-the-biosynthesis-of-flavonoids-as-a-strange-attractor.pdf>
32. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Ivanov S.P., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Gonchar I.G. *Modern Phytomorphology*, 2019, vol. 13, pp. 35-40. https://nvsu.ru/ru/scientific_laboratories/396/55.pdf
33. Usmanov I.Yu., Ivanov V.B., Abdrakhimova G.S., Shcherbakov A.V., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 369-376. <https://www.bipublication.com/files/ijabr2019252Usmanov.pdf>
34. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ovechkina E.S., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Shcherbakov A.B. *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 1, pp. 1-3. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00002.1>
35. Usmanov I., Shcherbakov A., Ivanov V., Ivanov S., Gonchar I. *Modern Phytomorphology*, 2020, vol. 14, pp. 13-19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4453866>
36. Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V. Fractal Nature of Multidimensional Ecological Niche: Real Habitats in South Trans-Urals / S.G. Maximova, R.I. Raikin, M.M. Silantyeva, & A.A. Chibilyov (Eds.), *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems*. Cham, Switzerland: Springer, 2021.
37. Harborne J.B. *The flavonoids: advances in research since*. Springer, 1980. <https://www.springer.com/gp/book/9780412287701>
38. Hubbell S.P. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. *Ecology*, 2006, vol. 87, no. 6, pp. 1387-1398. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1387:ntateo\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1387:ntateo]2.0.co;2)
39. Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V., Usmanov I.Y. The Equifinal Achievement of the Total Antioxidant Activity of Flavonoids by Plants in Various Habitats. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 670(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/670/1/012018>

Список литературы

1. Александрова В.В., Иванов В.Б., Войтова В.А. Анализ корреляционной зависимости результатов токсикологических экспериментов от уровня pH воды // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2020. Т. 12, № 1. С. 71-78. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-71-78>
2. Александрова В.В., Иванов В.Б., Иванов Н.А., Марач В.С. Оценка качества воды озер нижневартовского района по критерию выживаемости *Daphnia Magna* // *В мире научных открытий*. 2017. Т. 9, № 1-2. С. 36-41.

3. Bever J.D., Dickie I.A., Facelli E., Facelli J.M., Klironomos J., Moora M, ... Rillig M.C. Rooting theories of plant community ecology in microbial interactions // *Trends in Ecology and Evolution*, 2010, vol. 25, no. 8, pp. 468–478. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.05.004>
4. Волков И.М., Ряхин М.С., Белоусов С.Н., Александрова В.В., Иванов В.Б. Обеспечение экологической безопасности проектных решений на территории лицензионных участков недропользователей с применением наилучших доступных технологий // *Нефтяное хозяйство*. 2018. № 2. С. 109-112. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2018-2-109-112>
5. Bundy J.G., Davey M.P., Viant M.R. Environmental metabolomics: a critical review and future perspectives // *Metabolomics*, 2009, vol. 5, no. 1, pp. 3-21. <http://dx.doi.org/10.1007/s11306-008-0152-0>
6. Gaston K.J., Choun S.L. Neutrality and niche // *Functional ecology*, 2005, vol. 19, no. 1, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2005.00948.x>
7. Гелашвили Д.В., Иудин Д.И., Розенберг Г.С., Якимов В.Н. Солнцев Л.А. Фракталы и мультифракталы в биоэкологии. Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2013. 370 с.
8. Ivanov V.B., Alexandrova V.V., Usmanov I.Y., Yumagulova E.R., Chibrikov O.V., Ivanov N.A., Shcherbakov A.V. Comparative evaluation of migrating anthropogenic impurities in ecosystems of the Middle Ob Region through Bioindication and Chemical analysis // *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 2, pp. 47-50. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00018.5>
9. Ivanov V., Shcherbakov A. Enzymes of flavonoid biosynthesis as a reason for the polyvariant nature of their accumulation // *Modern Phytomorphology*, 2021, vol. 15, pp. 56-61. <https://www.phytomorphology.com/articles/enzymes-of-flavonoid-biosynthesis-as-a-reason-for-the-polyvariant-nature-of-their-accumulation.pdf>
10. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Gonhar I.G., Ivanova A.V., Usmanov I.Yu. Using the Principles of Fractal Analysis for Description of Plant Flavonids Metabolism // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJABR)*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 456-464. <https://bipublication.com/files/ijabr2019263Ivanov.pdf>
11. Ivanov V., Shcherbakov A., Usmanov I. Bifurcations and neutrality in the biosynthesis of plant flavonoids // *Modern Phytomorphology*, 2021, vol. 15, pp. 48-50. <https://www.phytomorphology.com/articles/bifurcations-and-neutrality-in-the-biosynthesis-of-plant-flavonoids.pdf>
12. Иванов В.Б., Долгих А.М., Логинов А.М., Иванова Л.Г. Проблема добычи углеводородов и рекультивации нефтезагрязненных земель на территории

- Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // В мире научных открытий. 2018. Т. 10, № 3-2. С. 28-36.
13. Kimura M. *The Neutral Theory of Molecular Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511623486>
 14. Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. *Plant physiological ecology*. Springer, 2008, 605 p. <https://www.springer.com/gp/book/9781493937059>
 15. Мавлетова-Чистякова М.В., Щербаков А.В., Иванов В.Б., Юмагулова Э.Р., Усманов И.Ю. Пульсирующая мозаичность параметров почв Южного Зауралья // Вестник Нижневартского государственного университета. 2017. № 4. С. 124-133. https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49618/ru_RU
 16. Mandelbrot B.B. *The fractal geometry of nature*. New York: Freeman, 1982, 468 p.
 17. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment // *Molecules*, 2014, vol. 19, no. 10, pp. 16240-16265. <https://doi.org/10.3390/molecules191016240>
 18. McGill B.J. Towards a unification on unified theories of biodiversity // *Ecology Letters*, 2010, vol. 13, no. 5, pp. 627-642. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01449.x>
 19. Petrucci E., Braidot E., Zancani M., Peresson C., Bartolini A., Patui S., Vianello A. Plant flavonoids-biosynthesis, transport and involvement in stress responses // *Int. J. Mol. Sci.*, 2013, vol. 14, no. 7, pp. 14950–14973. <https://doi.org/10.3390/ijms140714950>
 20. Розенберг Г.С. Модели в фитоценологии. М.: Наука, 1984. 240 с.
 21. Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию / В 2-х т.; Изд. 2-е, исправленное и дополненное. Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 1. 565 с. Т. 2. 445 с.
 22. Tilman D. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: A stochastic theory of resource competition, invasion and community assembly // *Presiding of the National Academy of Science (PNAS)*, 2004, vol. 101, no. 30, pp. 10854–10861. <https://doi.org/10.1073/pnas.0403458101>
 23. Усманов И.Ю., Щербаков А.В., Мавлетова М.В., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б., Александрова В.В. Пульсирующая многомерная экологическая ниша растений: расширение объема понятия // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2016. Т. 18, № 2-2. С. 525-529. http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2016/2016_2_525_529.pdf
 24. Усманов И.Ю., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б., Коркина Е.А., Щербаков А.В., Иванов Н.А., Рябуха А.В. Адаптация экосистем Среднего Приобья в зоне нефтедобычи: иерархия и длительность процессов // *Вестник Ниж-*

- невартовского государственного университета. 2016. № 2. С. 87-94. <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49497>
25. Усманов И.Ю., Иванов В.Б., Иванов Н.А. Самовосстановление экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 6: Материалы международной конференции. Тольятти: Анна, 2018. С. 303-305.
 26. Усманов И.Ю., Овечкина Е.С., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б., Щербаков А.В., Шаяхметова Р.И. Проблемы самовосстановления экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2015. № 1. С. 79-86. <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49407>
 27. Усманов И.Ю., Щербаков А.В., Иванов В.Б., Юмагулова Э.Р. Фрактальный анализ системы биосинтеза флавоноидов // IX Съезд общества физиологов растений России «Физиология растений - основа создания растений будущего». Тезисы докладов. Казань, 2019. С. 446.
 28. Усманов И.Ю., Щербаков А.В., Юмагулова Э.Р., Иванов В.Б. Признаки нейтральности при формировании спектров флавоноидов в природных ценопопуляциях // Экология и эволюция: новые горизонты. Материалы Международного симпозиума, посвященного 100-летию академика С.С. Шварца. Институт экологии растений и животных УрО РАН, 2019. С. 288-289.
 29. Усманов И.Ю., Юмагулова Э.Р., Александрова В.В., Гончар И.Г., Щербаков А.В., Иванов В.Б. Комплексы флавоноидов *Chamaedaphne Calyculata* (L.) Moench олиготрофных болот Средней Оби // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2019. № 2. С. 59-71. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/19-2/08>
 30. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Schaichmetova R.I., Scherbakov A.V., Mavletova-Chistuakova M.V. Physiological barriers for adventitious species invasion in oligotroph ecosystems of the middle Ob Area // *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2017, vol. 30, no. 4, pp. 81-85. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2017.00195.1>
 31. Usmanov I., Ivanov V., Shcherbakov A. System for ecological regulation of the biosynthesis of flavonoids as a strange attractor // *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14. pp. 77-84. <https://www.phytomorphology.com/articles/system-for-ecological-regulation-of-the-biosynthesis-of-flavonoids-as-a-strange-attractor.pdf>
 32. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Ivanov S.P., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Gonchar I.G. Fractal analysis of flavonoids in complex chemical compositions in extracts of *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench (ERICA-

- CEAE) In oligotrophic swamps of Western Siberia // *Modern Phytomorphology*, 2019, Vol. 13, pp. 35-40. https://nvsu.ru/ru/scientific_laboratories/396/55.pdf
33. Usmanov I.Yu., Ivanov V.B., Abdrakhimova G.S., Shcherbakov A.V., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V. Fractal Analysis of Flavonoids in Composition HPLC-Fingerprint Extracts of *Oxycoccus palustris* Pers. (ERICACEAE) in Oligotrophic Swamps of Western Siberia // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 369-376. <https://www.bipublication.com/files/ijabr2019252Usmanov.pdf>
34. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ovechkina E.S., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Shcherbakov A.B. Fractal Analysis of Morpho-Physiological Parameters of *Oxycoccus Palustris* Pers in Oligotrophic Swamps of Western Siberia // *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 1, pp. 1-3. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00002.1>
35. Usmanov I., Shcherbakov A., Ivanov V., Ivanov S., Gonchar I. Use of fractal analysis principles when describing flavonoids variety of the south trans-urals plants // *Modern Phytomorphology*, 2020, vol. 14, pp. 13-19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4453866>
36. Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V. Fractal Nature of Multidimensional Ecological Niche: Real Habitats in South Trans-Urals / S.G. Maximova, R.I. Raikin, M.M. Silantyeva, & A.A. Chibilyov (Eds.) // *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems*. Cham, Switzerland: Springer, 2021.
37. Harborne J.B. *The flavonoids: advances in research since*. Springer, 1980. <https://www.springer.com/gp/book/9780412287701>
38. Hubbell S.P. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence // *Ecology*, 2006, vol. 87, no. 6, pp. 1387-1398. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1387:ntateo\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1387:ntateo]2.0.co;2)
39. Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V., Usmanov I.Y. The Equifinal Achievement of the Total Antioxidant Activity of Flavonoids by Plants in Various Habitats // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 670 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/670/1/012018>

ДАнные об авторах

Иванов Вячеслав Борисович, кандидат педагогических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»
ул. Ленина, 56, г. Нижневартовск, Ханты-Мансийский автономный
округ, 628605, Российская Федерация
karatazh@mail.ru

Щербаков Аркадий Владимирович, кандидат биологических наук,
доцент
ООО «Институт тканевой и генетической инженерии»
ул. Менделеева, 9, г. Уфа, 450047, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vyacheslav B. Ivanov, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Nizhnevartovsk State University
56, Lenin Str., Nizhnevartovsk, Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra, 628605, Russian Federation
karatazh@mail.ru
ORCID: 0000-0001-6617-4634
Scopus Author ID: 56282339200
ResearcherID: AAY-5511-2020

Arkady V. Shcherbakov, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Institute of Genetic and Tissue Engineering
9, Mendeleev Str., Ufa, 450047, Russian Federation
humanist314@rambler.ru
ORCID: 0000-0002-7089-6100

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250

УДК 615.322:582.912.46

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM VITIS-IDAEA L.*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЛЕСНОЙ ЗОНЕ ГОРОДА МАГАДАНА

Е.М. Степанова, Е.А. Луговая

Цель исследования – установление качественного и количественного минерального состава брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*) лесной зоны города Магадана.

Материал и методы. Пробы ягод собирали в пределах лесной зоны города Магадана с дикорастущих растений. Методами АЭС-ИСП и МС-ИСП определяли содержание в исследуемых объектах 25 макро- и микроэлементов.

Результаты и обсуждение. Содержание Ca, K, Mg, Na, P, Si в ягодах брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*), произрастающей в лесной зоне города Магадана, отличалось от аналогичных значений, приведенных в справочниках химического состава пищевых продуктов Дании, Норвегии, России, Словакии, Финляндии, Швеции, Эстонии.

Порция свежих ягод (100 г) удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в марганце ($3,1 \pm 0,3$ мкг%) на 155%, кремнии ($1,5 \pm 0,2$ мкг%) – на 29%, селене ($9,8 \pm 1,5$ мкг%) – на 14%, боре ($80,5 \pm 0,8$ мкг%) – на 4%, калии ($66,5 \pm 0,7$ мкг%) и меди ($0,03 \pm 0,004$ мкг%) – на 3%, цинке ($0,2 \pm 0,02$ мкг%) и хrome ($0,9 \pm 0,09$ мкг%) – на 2%, кальции ($8,6 \pm 0,8$ мкг%), магнии ($5,1 \pm 0,5$ мкг%), фосфоре ($8,0 \pm 0,7$ мкг%), железе ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), кобальте ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), ванадии ($0,1 \pm 0,01$ мкг%) и литии ($0,1 \pm 0,01$ мкг%) – на 1%, йоде ($0,2 \pm 0,02$ мкг%) – на 0,1%.

При анализе содержания токсичных элементов и тяжелых металлов превышения их ПДК в бруснике не обнаружено, таким образом можно констатировать об экологической безопасности районов произрастания и традиционного сбора ягод населением региона.

Заключение. Полученные данные о количественном и качественном минеральном составе брусники обыкновенной, произрастающей в лесной зоне города Магадана, могут стать дополнением имеющейся в отечественной и зарубежной литературе информации о ее химическом составе.

Ключевые слова: брусника обыкновенная; *Vaccinium vitis-idaea* L.; макро- и микроэлементы; Магадан

Для цитирования. Степанова Е.М., Луговая Е.А. Макро- и микроэлементный профиль брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне города Магадана // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 238-250. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250

MINERAL PROFILE OF LINGONBERRY (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.), GROWING IN THE FOREST ZONE OF MAGADAN

E.M. Stepanova, E.A. Lugovaya

Purpose. This study aimed to ascertain qualitative and quantitative mineral value of the Lingonberry fruit (*Vaccinium vitis-idaea* L.) that grows in the forest zone surrounding the city of Magadan.

Materials and methods. Berry samples were collected from wild plants within the forest zone of Magadan city. Atomic emission spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry were used to determine amounts of twenty-five minerals and trace elements in the objects under study.

Results and discussion. Amounts of Ca, K, Mg, Na, P, and Cu in the Lingonberry fruit (*Vaccinium vitis-idaea* L.) from the forest zone of Magadan tended to differ from similar variables available in database of chemical composition of those growing further in land of Russia, as well as Denmark, Norway, Slovakia, Finland, Sweden, and Estonia.

A 100 g portion of the Lingonberry berries proved to meet an adult's daily requirements for manganese ($3,1 \pm 0,3$ мг%) by 155%; siliceous ($1,5 \pm 0,2$ мг%) by 29%; selenium ($9,8 \pm 1,5$ мкг%) by 14%; boron ($80,5 \pm 0,8$ мкг%) by 4%; potassium ($66,5 \pm 0,7$ мг%) and copper ($0,03 \pm 0,004$ мг%) by 3%; zinc ($0,2 \pm 0,02$ мг%) and chromium ($0,9 \pm 0,09$ мкг%) by 2%; calcium ($8,6 \pm 0,8$ мг%), magnesium ($5,1 \pm 0,5$ мг%), phosphorus ($8,0 \pm 0,7$ мг%), iron ($0,1 \pm 0,01$ мг%), cobaltous ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), vanadium ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), and lithium ($0,1 \pm 0,01$ мкг%) by 1%; iodine ($0,2 \pm 0,02$ мкг%) by 0.1%.

Lingonberry fruit samples were analyzed for toxic and heavy metal levels and no accelerated maximum permitted concentration was found which confirmed ecological safety of the place of traditional berry picking by the population.

Conclusion. *The obtained data on qualitative and quantitative mineral facts about the wild Lingonberries that grow in the forest zone of the city of Magadan can add information available in domestic and foreign references on chemical contents of foods.*

Keywords: *Lingonberry; Vaccinium vitis-idaea L.; minerals and trace elements; Magadan*

For citation. *Stepanova E.M., Lugovaya E.A. Mineral Profile of Lingonberry (Vaccinium vitis-idaea L.), Growing in the Forest Zone of Magadan. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 238-250. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250*

В последнее время наряду с изучением биологически активных веществ органической природы, которые содержатся в растительном сырье, большое внимание уделяется также веществам минерального происхождения. Известно, что биохимический состав растений зависит от сорта, места произрастания, времени сбора и способа консервации. Микроэлементный профиль растений несет в себе информацию об экологическом состоянии региона и непосредственно самого растения [6].

Изучение химического состава ягод дикорастущих растений, в том числе и брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*) активно ведется исследователями разных стран [3, 11, 12, 18]. Информация о количественном содержании некоторых макро- (кальций, калий, магний, натрий, фосфор) и микроэлементов (медь, железо, йод, марганец, селен, цинк) в плодах брусники обыкновенной содержится в справочниках химического состава пищевых продуктов разных стран и встречается в научных публикациях [3, 7, 10, 17].

Важная роль принадлежит макро- и микроэлементам, содержащимся в исследуемых плодах в виде биодоступных комплексов. Биогенные элементы (калий, натрий, кальций, железо, кобальт, цинк, медь, марганец и др.) играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека [10]. Большинство тяжелых металлов и радионуклидов проявляют токсические и канцерогенные свойства. Поэтому важны данные по содержанию в исследуемых образцах таких элементов, как ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, сурьма, бром и др. В связи с тем, что районы сбора ягод, как правило, типичные для региона эколого-географические зоны и находятся в ближайшей пригородной лесной территории, актуальным является определение степени нагрузки тяжелыми металлами, а также решение ряда сопутствующих экологических вопросов: загрязненность территории, где эти ягоды произрастают, и возможное влияние техногенных факторов [2, 10].

Цель настоящей работы – определение качественного и количественного состава дикорастущей брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне города Магадана.

Материал и методы

Бруснику обыкновенную (*Vaccinium vitis-idaea* L., n=10) собирали в лесной зоне муниципального образования город Магадан в сухую ясную погоду в фазу активного плодоношения – сентябрь 2018 года. Климатические условия в местах произрастания растительного сырья и отбора проб были идентичными. Для определения концентраций химических элементов достаточно было пробы, каждая массой 10 г. Из общей массы ягоды (100 г) отбирали 3 точечные пробы, гомогенизировали массу и выделяли среднюю пробу, определяя в ней трехкратным измерением абсолютное содержание искомым макро- и микроэлементов.

Определение качественного и количественного минерального состава ягоды проводили в лабораторных условиях в ООО «Микронутриенты» (Москва) в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.985-00 «Определение содержания токсичных элементов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методика автоклавной пробоподготовки» методами атомной эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП) на приборах Optima 2000 DV и NexION 300D (Perkin Elmer, США). В объекте исследования определяли и анализировали алюминий (Al), мышьяк (As), бор (B), бериллий (Be), кальций (Ca), кадмий (Cd), кобальт (Co), хром (Cr), медь (Cu), железо (Fe), ртуть (Hg), йод (I), калий (K), литий (Li), магний (Mg), марганец (Mn), натрий (Na), фосфор (P), свинец (Pb), селен (Se), кремний (Si), ванадий (V), цинк (Zn).

В статистическом анализе полученных данных о содержании химических элементов в образцах применяли методы параметрической статистики: расчет средней и ошибки измерения ($M \pm m$), нормальности распределения частот. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при $p < 0,05$. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в макро- и микроэлементах при включении в рацион питания брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), определяли на основе расчёта концентрации элементов в порции 100 г сырого продукта и в соответствии с Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, приведенными в Методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08.

Результаты и обсуждение

Абсолютное содержание эссенциальных химических элементов представлено в табл. 1. Полученные результаты сравнивали с концентрациями в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в некоторых странах [8, 13-16, 19, 20].

Таблица 1.

**Содержание эссенциальных макро- и микроэлементов (МЭ)
в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)**

МЭ	г. Магадан M±m	Справочники химического состава продуктов питания							Адекватный уровень су- точного по- требления [4, 5]
		Дания [15]	Норвегия [16]	Россия [8]	Словакия [19]	Финляндия [14]	Швеция [20]	Эстония [13]	
Макроэлементы									
Ca, мг%	8,6±0,8	20,0	25,0	25,0	18,0	22,0	16,0	16,0	1250 мг
K, мг%	66,5±0,7	89,0	118,0	90,0	77,0	80,0	87,0	87,0	2500 мг
Mg, мг%	5,1±0,5	9,0	11,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	400 мг
Na, мг%	0,1±0,01	2,0	0	7,0	5,0	2,0	1,0	2,0	1300 мг
P, мг%	8,0±0,7	16,0	26,0	16,0	11,0	17,0	16,0	17,0	800 мг
Микроэлементы									
Cu, мг%	0,03±0,004	0,1	0,1	-	0,2	-	0,1	0,1	1,0 мг
Fe, мг%	0,1±0,01	0,4	0,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,4	10-15 мг
I, мкг%	0,2±0,02	0,2	0,2	-	0,1	1,0	0,2	1,0	150 мкг
Mn, мг%	3,1±0,3	3,2	-	-	-	-	-	3,2	2,0 мг
Se, мкг%	9,8±1,5	0	0	-	0	0,1	0	0,1	70 мкг
Zn, мг%	0,2±0,02	0,2	0,2	-	0,3	0,2	0,2	0,2	12 мг

Согласно справочным данным [8, 13-16, 19, 20], концентрация кальция лежит в диапазоне 16,0-25,0 мг%. Наименьшее из проанализированных значений – в магаданской ягоде (табл. 1), при этом порция массой 100 г удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в кальции всего на 1%. Содержание калия в бруснике ниже содержания элемента по данным справочников в 1,1-1,7 раз [8, 13-16, 19, 20]. Суточную потребность в калии для взрослого человека порция магаданской ягоды удовлетворяет на 3%. В анализируемых странах содержание магния в ягодах брусники варьирует от 6,0 мг% в Словакии до 11,0 мг% в Норвегии [8, 13-16, 19, 20]. Концентрация элемента в магаданской ягоде отличается от справочного диапазона, при этом суточную потребность в магнии порция брусники удовлетворяет на 1%. Несоизмеримо высокое значение концентрации натрия в бруснике

приводится в Справочнике химического состава и калорийности российских продуктов питания – 7,0 мг% [8]. В остальных проанализированных базах данных значение элемента колеблется от нулевых значений в Норвегии [16] до 5,0 мг% – в Словакии [19]. По результатам нашего исследования концентрация натрия в бруснике обыкновенной ниже порога обнаружения. Значение концентрации фосфора в одной порции ягоды согласно справочникам химического состава пищевых продуктов варьирует от 11 мг до 26 мг в 100 г свежей порции [8, 13-16, 19, 20], в магаданской ягоде ниже справочных величин в 1,4-3,3 раза. Порция 100 г свежей ягоды способствует покрытию суточной потребности в элементе на 1%.

Полученные нами данные в целом сопоставимы с данными ряда исследователей [1, 3, 9]: из макроэлементов в бруснике преобладает калий – 730 мг/кг свежих ягод, содержание натрия в зрелых плодах брусники колеблется в интервале 70-170, кальция – 96,6-400, магния – 22,4-70, фосфора 44,5-160 мг/кг сырой массы.

Большинство значений концентраций микроэлементов соответствовало содержанию их в бруснике обыкновенной, произрастающей в разных местностях. Содержание цинка в разных странах составляет 0,2-0,3 мг% [13-16, 19, 20]. В магаданской ягоде содержание элемента соотносимо со справочными значениями, при этом порция в 100 г удовлетворяет суточную потребность взрослого человека всего на 2%. Содержание железа и меди оказалось ниже справочных величин (табл. 1). Суточную потребность взрослого человека в железе порция брусники удовлетворяет на 1%, в меди – на 3%. Концентрация марганца соотносима с аналогичным значением в ягоде, произрастающей в Дании и Эстонии [13, 15]. При этом порция свежей ягоды способствует покрытию суточной потребности в марганце на 155%, что согласуется с литературными данными о том, что все кустарники рода *Vaccinium* названы концентраторами марганца [7]. Средняя концентрация йода в магаданской бруснике аналогична концентрации элемента в бруснике, произрастающей в Дании, Норвегии и Швеции, и в 2 раза превышает содержание микроэлемента в ягоде, произрастающей в Словакии, Финляндии и Эстонии [15, 16, 13, 14, 19, 20]. Суточная потребность в йоде для взрослого человека при употреблении порции магаданской ягоды 100 г покрывается на незначительные 0,1%. Концентрация селена в бруснике составила 9,8 мг% (табл. 1), что покрывает суточную потребность в элементе на 14%. По данным, приведенным в статье М.Н. Лютиковой и соавт. [3], концентрация цинка составила 2 мг/кг сырой массы, железа – 11,17-190, меди – 20, марганца – 83-140.

В табл. 2 представлено содержание условно эссенциальных микроэлементов. 100 г ягод брусники обыкновенной содержит 29% кремния, 4% – бора, 2% – хрома, 1% – кобальта, ванадия, лития от адекватного суточного потребления согласно Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

Таблица 2.

Содержание условно эссенциальных микроэлементов в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Микроэлемент	Абсолютная концентрация мкг/г, $M \pm m$	Адекватный уровень суточного потребления
B	0,805±0,097	2 мг
Co	0,001±0,0002	10 мкг
Cr	0,009±0,002	50 мкг
V	0,001±0,0002	15 мкг
Si	14,55±1,45	5 мг
Li	0,001±0,0002	100 мкг
Ni	0,017±0,003	нет данных

Полученные значения концентраций токсичных микроэлементов в ягоде сравнивали с Гигиеническими требованиями безопасности к пищевой продукции, согласно техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Превышения допустимых уровней токсичных элементов в ягоде не обнаружено (табл. 3).

Таблица 3.

Содержание токсичных микроэлементов в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Микроэлемент	Абсолютная концентрация мкг/г, $M \pm m$	Верхний допустимый уровень
Al	3,04±0,3	нет данных
As	0,0005±0,0001	0,2
Cd	0,0008±0,0002	0,03
Hg	0,0036±0,0004	0,02
Pb	0,004±0,001	0,4
Sn	0,004±0,001	нет данных
Sr	0,187±0,022	нет данных

Заключение

Содержание макроэлементов и некоторых микроэлементов (медь, железо) в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне Магадана, отличалось от значений, приведенных в справочниках химического состава пищевых продуктов Дании, Норвегии, России, Словакии, Финляндии, Швеции, Эстонии [8, 13-16, 19, 20] в сторону более низких концентраций. Значение концентрации микроэлементов марганца, йода и цинка соответствовало содержанию их в бруснике обыкновенной, произрастающей в разных местностях, приведенному в справочной литературе.

Порция (100 г) свежих ягод брусники обыкновенной удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в марганце на 155%, кремнии – на 29%, селене – на 14%, боре – на 4%, калии и меди – на 3%, цинке и хrome – на 2%, кальции, магнии, фосфоре, железе, кобальте, ванадии и литии – на 1%, йоде – на 0,1%.

При анализе содержания токсичных элементов и тяжелых металлов превышения их ПДК в бруснике не обнаружено, таким образом можно констатировать об экологической безопасности районов произрастания и традиционного сбора ягод магаданцев.

Полученные данные о количественном и качественном минеральном составе брусники обыкновенной, произрастающей в лесной зоне Магадана, могут стать дополнением имеющейся в отечественной и зарубежной литературе информации о ее химическом составе.

Список литературы

1. Зайцева А.Н., Сорокина Е.Ю., Аксюк И.Н., Левин Л.Г. Ягоды брусники: химический состав, пищевые и целебные свойства // Вопросы питания. 1997. № 2. С. 38-40.
2. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник в 6 книгах / Под ред. Э. К. Буренкова. М., 1994-1999.
3. Лютикова М.Н., Ботиров Э.Х. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 5-27. <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502429>
4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 36 с.
5. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 28 с.

6. Рудая М.А., Тринеева О.В., Сливкин А.И. Исследование элементного состава плодов Облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) различных сортов // Микроэлементы в медицине. 2018. № 19(3). 49-59. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-3-49-59>
7. Сафронова И.В., Гольдина И.А., Гайдудль К.В. Козлов В.А. Особенности химического состава брусники обыкновенной и перспективы ее применения в медицине и здоровом питании // Инновации и продовольственная безопасность. 2015. № 4 (10). С. 63-73. <https://innfoodsecr.elpub.ru/jour/article/view/123>
8. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. М.: ДеЛи принт, 2008. 276 с.
9. Терентьева В.М. Биохимическая оценка высушенных ягод брусники Центральной Якутии [Оценка качества дикорастущих ягод с целью разработки технологий переработки и хранения] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 10. С. 113-116.
10. Цыбукова Т.Н., Петрова Е.В., Рабцевич Е.С., Зейле Л.А., Тихонова О.К., Агашева Е.А. Элементный состав плодов брусники обыкновенной и клюквы болотной // Химия растительного сырья. 2017. № 4. С. 229-233. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017041899>
11. Shamilov A.A., Bubenchikova V.N., Chernikov M.V., Pozdnyakov D.I., Garsiya E.R. *Vaccinium vitis-idaea* L.: Chemical Contents, Pharmacological Activities // *Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 26, no. 4, pp. 344-362. <https://doi.org/10.34172/PS.2020.54>
12. Borowska E. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review // *Plant Foods Human Nutr*, 2008, no. 63, pp. 147-156. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0097-5>
13. Estonian food composition database (Estonia). <https://tka.nutridata.ee/et/> (accessed August 05, 2021).
14. Finely Finnish Food Composition Database (Finland). <https://fineli.fi/fineli/fi/elin-tarvikkeet/440?foodType=ANY&ingredientClass=BERRY&portionUnit=G&portionSize=100&sortByColumn=name&sortOrder=desc&component=2331&> (accessed August 05, 2021).
15. Fodevaredata, DTU Fodevareinstituttet (Denmark). <https://frida.fooddata.dk/food/769> (accessed August 05, 2021).
16. Norwegian Food Composition table (Norway). <https://www.matvaretabellen.no> (accessed August 05, 2021).
17. Pöykiö R., Mäenpää A., Perämäki P., Niemelä M., Välimäki I. Heavy metals (Cr, Zn, Ni, V, Pb, Cd) in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and assessment

- of human exposure in two industrial areas in the Kemi-Tornio region, Northern Finland // Arch. Environ. Contam. Toxicol, 2005, no. 48, pp. 338-343. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-0074-4>
18. Rodushkin I., Ödman F., Holmström H. Multi-element analysis of wild berries from northern Sweden by ICP techniques // Sci. Total Environ, 1999, no. 231, pp. 53-65. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00080-7)
 19. Slovak online food composition database online (Slovakia). <http://www.pbd-online.sk/en> (accessed August 05, 2021).
 20. The Swedish Food Composition Database, Livsmedelsverket (Sweden). <https://www.livsmedelsverket.se> (accessed August 05, 2021).

References

1. Zaitseva A.N., Sorokina E.Yu., Aksyuk I.N., Levin L.G. Jagody brusniki: himicheskij sostav, pishhevye i celebnye svojstva [Lingonberries: chemical composition, nutritional and healing properties]. *Voprosy pitaniya* [Questions of nutrition], 1997, no. 2, pp. 38-40.
2. Ivanov V.V. *Jekologicheskaja geohimija jelementov: Spravochnik v 6 knigah* [Ecological geochemistry of elements: A reference book in 6 books] / Ed. E.K. Burenkov. Moscow, 1994-1999.
3. Ljutikova M.N., Botirov Je.H. Himicheskij sostav i prakticheskoe primenenie jagod brusniki i kljukvy [The chemical composition and the practical application of berries lingonberry and cranberry]. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of Plant Raw Material], 2015, no. 2, pp. 5-27. <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502429>
4. *Normy fiziologicheskikh potrebnostej v jenergii i pishhevyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj Federacii: Metodicheskie rekomendacii MP 2.3.1.2432-08* [Methodical recommendations Rospotrebnadzor MR 2.3.1.2432-08 dated 18.12.2008 "Norms of physiological needs in energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation"], 2008, 36 p.
5. *Rekomenduemye urovni potreblenija pishhevyh i biologicheskii aktivnyh veshhestv: Metodicheskie rekomendacii MR 2.3.1.1915-04* [Methodical recommendations Rospotrebnadzor MR 2.3.1.1915-04 dated 02.07.2004 "Recommended levels of consumption of food and biologically active substances"], 2004, 28 p.
6. Rudaja M.A., Trineeva O.V., Slivkin A.I. Issledovanie jelementnogo sostava plodov Oblepihi krushinovidnoj (Hippophae rhamnoides l.) razlichnyh sortov [Research of element composition of Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides l.) fruits of various cultivars]. *Mikrojelementy v medicine* [Trace elements in

- medicine], 2018, vol. 19, no. 3, pp. 49-59. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-3-49-59>
7. Safronova I.V., Gol'dina I.A., Gajdul' K.V. Kozlov V.A. Osobennosti himicheskogo sostava brusniki obyknovennoj i perspektivy ee primenenija v medicine i zdorovom pitanii [Peculiarities of chemical composition of lingonberry and opportunities of its usage in medicine and in the sphere of healthy food]. *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost'* [Innovations and Food Safety], 2015, vol. 4, no. 10, pp. 63-73. <https://innfoodsecr.elpub.ru/jour/article/view/123>
 8. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskikh produktov pitaniya: spravochnik [Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food: Handbook]. Moscow: DeLi print, 2007, 276 p.
 9. Terentyeva V.M. Biohimicheskaja ocenka vysushennyh jagod brusniki Central'noj Jakutii [Ocenka kachestva dikorastushhih jagod s cel'ju razrabotki tehnologij pererabotki i hranenija] [Biochemical assessment of dried lingonberries in Central Yakutia [Wild berries quality assessment in order to develop processing and storage technologies]. *Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2008, vol. 10, pp. 113-116.
 10. Cybukova T.N., Petrova E.V., Rabceвич E.S., Zejle L.A., Tihonova O.K., Agasheva E.A. Jelementnyj sostav plodov brusniki obyknovennoj i kljukvy bolotnoj [Elemental composition of fruits of *Vaccinium Vitis-idaea* L. And *Oxycoccus Palustris* Pers.]. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of Plant Raw Material], 2017, vol. 4, pp. 229-233. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017041899>
 11. Shamilov A.A., Bubenchikova V.N., Chernikov M.V., Pozdnyakov D.I., Garsiya E.R. *Vaccinium vitis-idaea* L.: Chemical Contents, Pharmacological Activities. *Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 26, no. 4, pp. 344-362. <https://doi.org/10.34172/PS.2020.54>
 12. Borowska E. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review. *Plant Foods Human Nutr*, 2008, no. 63, pp. 147-156. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0097-5>
 13. Estonian food composition database (Estonia). <https://tka.nutridata.ee/et/> (accessed August 05, 2021).
 14. Finely Finnish Food Composition Database (Finland). <https://fineli.fi/fineli.fi/elintarvikkeet/440?foodType=ANY&ingredientClass=BERRY&portionUnit=G&portionSize=100&sortByColumn=name&sortOrder=desc&component=2331&> (accessed August 05, 2021).

15. Fodevaredata, DTU Fodevareinstituttet (Denmark). <https://frida.fooddata.dk/food/769> (accessed August 05, 2021).
16. Norwegian Food Composition table (Norway). <https://www.matvaretabellen.no> (accessed August 05, 2021).
17. Pöykiö R., Mäenpää A., Perämäki P., Niemelä M., Välimäki I. Heavy metals (Cr, Zn, Ni, V, Pb, Cd) in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and assessment of human exposure in two industrial areas in the Kemi-Tornio region, Northern Finland. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2005, no. 48, 338–343. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-0074-4>
18. Rodushkin I., Ödman F., Holmström H. Multi-element analysis of wild berries from northern Sweden by ICP techniques. *Sci. Total Environ.*, 1999, no. 231, 53–65. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00080-7)
19. Slovak online food composition database online (Slovakia). <http://www.pbd-online.sk/en> (accessed August 05, 2021).
20. The Swedish Food Composition Database, Livsmedelsverket (Sweden). <https://www.livsmedelsverket.se> (accessed August 05, 2021).

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Степанова Евгения Михайловна, научный сотрудник лаборатории физиологии экстремальных состояний
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук
пр. К. Маркса, 24, г. Магадан, Магаданская область, 685000, Российская Федерация
at-evgenia@mail.ru

Луговая Елена Александровна, кандидат биологических наук, доцент, врио директора
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук
пр. К. Маркса, 24, г. Магадан, Магаданская область, 685000, Российская Федерация
elena_plant@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Evgenia M. Stepanova, Researcher, Laboratory for Physiology of Extreme States

Scientific Research Center «Arktika» Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

24, Karl Marks Str., Magadan, 685000, Russian Federation

at-evgenia@mail.ru

SPIN-code: 671-460

ORCID: 0000-0002-2223-1358

ResearcherID: AAR-7209-2020

Scopus Author ID: 56727790700

Elena A. Lugovaya, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Acting Director, Scientific Research Center “Arktika”

Scientific Research Center «Arktika» Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

24, Karl Marks Str., Magadan, 685000, Russian Federation

elena_plant@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6583-4175

ResearcherID: AAR-7391-2020

Scopus Author ID: 56728609500

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ГИГИЕНА ТРУДА

ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-251-272

УДК 614.842/847

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ С УЧЕТОМ МОНИТОРИНГА ПУЛЬСОВЫХ ЗОН

Д.Н. Шалявин, Е.А. Шмелева, Д.В. Тараканов, Б.Б. Гринченко

Обоснование. При работе газодымозащитника в аппарате со сжатым воздухом в непригодной для дыхания среде необходимо обеспечивать безопасные режимы их работы на основе дистанционного мониторинга пульсометрии.

Цель. Разработать модель параметров пульсовых зон для управления безопасностью газодымозащитников в дыхательном аппарате со сжатым воздухом в непригодной для дыхания среде.

Материалы и методы. В исследовании приняло участие 30 курсантов (юноши) в возрасте 20-23 года. Фиксировался интервал времени поддержания максимальной интенсивности работы (X_i) при выполнении физических упражнений на беговой дорожке и велотренажере в боевой одежде пожарного с использованием дыхательного аппарата со сжатым воздухом и частота сердечных сокращений при различной физической нагрузке. Обработка результатов осуществлялась с использованием программ Excel и SPSS Statistics 22.

Результаты. Установлено, что в легкой пульсовой зоне наблюдается экспоненциальный закон распределения времени работы, а в умеренной пульсовой зоне – нормальное распределение. Построенная вероятностная модель позволяет обеспечивать процесс принятия решений по оценке безопасности режимов работы на основе дистанционного мониторинга функционального

состояния газодымозащитников. Новизна исследования определяется техническими возможностями телеметрических систем современных дыхательных аппаратов со сжатым воздухом.

Заключение. При проектировании телеметрических систем мониторинга безопасности газодымозащитников с учетом количественного показателя пульса, характеризующего их состояние при выполнении работ по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде, необходимо учитывать нормальное распределение времени работы в пульсовой зоне и уровень работоспособности газодымозащитника.

Ключевые слова: пожарные; газодымозащитник; безопасный режим работы; психофизическая нагрузка; пульсовые зоны; мониторинг; пульсометрия

Для цитирования. Шалыavin Д.Н., Шмелева Е.А., Тараканов Д.В., Гринченко Б.Б. Методика формирования безопасных режимов работы газодымозащитников с учетом мониторинга пульсовых зон // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 251-272. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-251-272

WAYS TO PROVIDE SECURE WORKING CONDITIONS OF GAS AND SMOKE DIVERS THROUGH MONITORING THEIR HEART BEAT RATE

D.N. Shalyavin, E.A. Shmeleva, D.V. Tarakanov, B.B. Grinchenko

Background. In a device with compressed air in an environment unsuitable for breathing, it is necessary to ensure safe operating modes of gas and smoke divers based on remote monitoring of heart rate monitoring.

Purpose. To develop a model of heart beat rate zone parameters for controlling the safety of gas and smoke divers in a breathing apparatus with compressed air in a nonserviceable environment.

Materials and methods. 30 cadets (young men) aged 20-23 years took part in the study on the basis of the laboratory of functional diagnostics. The time interval for maintaining the maximum intensity of work when performing physical exercises on a treadmill and an exercise bike in firefighter combat clothing using a compressed air breathing apparatus and the heart rate during various physical exertion were recorded. The results were processed using Excel and SPSS Statistics 22 programs.

Results. It is established that in the light zone of heart beat rate there is an exponential law of the distribution of the operating time, and in the moderate – the

normal distribution. The constructed probabilistic model allows for well as information support for the decision-making process for assessing the secure workings of operating modes based on remote monitoring of the functional state of smoked divers. The novelty of the study is determined by the technical capabilities of the telemetry systems of modern breathing apparatus with compressed air.

Conclusion. *When designing telemetric systems for monitoring the safety of gas and smoke divers, taking into account the quantitative pulse indicator that characterizes their condition when performing fire extinguishing operations in an inhospitable environment, it is necessary to take into account the normal distribution of working time in the pulse zone and the level of efficiency of the gas and smoke divers.*

Keywords: *firefighters; smoke diver; secure working conditions; psychophysical load; heart beat rate zone; monitoring; heart rate monitoring*

For citation. *Shalyavin D.N., Shmeleva E.A., Tarakanov D.V., Grinchenko B.B. Ways to provide secure working conditions of gas and smoke divers through monitoring their heart beat rate. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 251-272. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-251-272*

Введение

При выполнении работ, связанных с тушением пожара, проведением аварийно-спасательных работ, а также ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера, личному составу пожарно-спасательных подразделений приходится выдерживать высокие, а иногда предельные физические и психологические нагрузки.

Сложнейшим видом деятельности в профессии пожарных является ведение боевых действий по спасению людей и тушению пожаров газодымозащитной службы (ГДЗС) в непригодной для дыхания среде (НДС). Звенья ГДЗС формируются из газодымозащитников, оснащенных средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, к которым относятся дыхательные аппараты со сжатым воздухом (ДАСВ).

В мониторинге состояния газодымозащитников используются телеметрические системы сбора ретроспективных, текущих и прогнозных значений, контролируемых параметров безопасности. Тенденции развития данных систем определяет увеличение количества показателей мониторинга, что приводит к повышению качества принимаемых решений, но и может создать информационных кризис, связанный с избытком информации и возникновением противоречивых ситуаций [7].

В оценке безопасности газодымозащитников осуществляют контроль трех параметров: показателя снижения давления в баллоне дыхательного

аппарата – параметр средства защиты человека от внешней среды; температуры окружающей среды – параметр воздействия на человека опасных факторов пожара и параметр оценки состояния человека – передача сообщения от газодымозащитника о неудовлетворительном самочувствии. Предполагается, что наличие данных по трем показателям, характеризующим систему «человек – средство защиты – внешняя среда», необходимо и достаточно для качественного принятия решений при управлении безопасностью газодымозащитников в процессе тушения пожаров. При мониторинге температура газовой среды при пожаре и давление в баллонах ДАСВ рассматриваются как случайные величины, подчиняющиеся нормальному закону распределения. Однако, мониторинг состояния проводится лишь на качественном уровне по сообщениям от командира звена ГДЗС о самочувствии газодымозащитников.

При выполнении различного вида работ в НДС у газодымозащитников возникают трудности в самостоятельном контроле самочувствия. Это связано с рядом психических факторов, обусловленных спецификой самоотверженной работы при тушении пожаров и спасении людей. Поэтому для повышения качества решений по обеспечению безопасности газодымозащитников дополнительно может быть использован количественный показатель самочувствия - частота сердечных сокращений (пульс, ЧСС) [1, 3, 4, 5].

Частота сердечных сокращений может предоставить ценную информацию о нагрузке на сердечно-сосудистую систему и физической нагрузке. Пожарные как правило, подвергаются большему риску из-за требований к работе, связанных с тушением пожаров, которые могут увеличить их ЧСС до аномально высокого уровня, что приведет к будущим сердечно-сосудистым проблемам [17, 25].

В связи с этим ставится задача дистанционного мониторинга пульсовых зон (ПЗ) газодымозащитников с целью формирования безопасных режимов работы в НДС в рамках концептуальной модели принятия решений [2, 6, 8].

К. Vuas К. и С. McGregor провели обзор исследований использования частоты сердечных сокращений для оценки устойчивости пожарных, установив, что оценка устойчивости и мониторинг вариабельности сердечного ритма не столь широко используются пожарными при ограниченной обратной связи, доступной с помощью переносимых устройств [27]. Устойчивость как способность справляться со стрессовыми ситуациями действует как мощный защитный механизм в предотвращении пагубного влияния травматического стресса на развитие посттравматического расстройства у пожарных [15]. Если пожарные развили свою жизнестойкость,

физиологическая реакция заключается в том, что их ЧСС будет ниже и, таким образом, улучшится способность справляться с трудностями травматические события, которые предотвращают любые негативные последствия для психического здоровья [19].

Мониторинг психологических и физиологических стрессовых реакций пожарных при выполнении противопожарных мероприятий имеет большой потенциал для улучшения обучения устойчивости [12].

Различия в сердечно-сосудистых реакциях пожарных при различных сигналах тревоги были выявлены R.A. Marciniak с соавт. [18], J.J. MacNeal с соавт. [17]. О частоте сердечных сокращений пожарных как предикторе сердечных вегетативных нарушений среди пожарных и необходимости их физической подготовки писали L. G. G. Porto с соавт. [21].

А. Соса с соавт. в ходе эксперимента на беговых дорожках выявили то, что на восприятие нагрузки у испытуемых при упражнениях средней и высокой интенсивности (80% ЧСС) не влияло ношение средств индивидуальной защиты пожарного. Однако, тренируясь с более высокой интенсивностью (90% ЧСС), испытуемые чувствовали, что им труднее переносить нагрузку в любом из комплектов одежды. Оказалось, что ЧСС является физиологическим предиктором восприятия физической нагрузки пожарных в ДАСВ преимущественно в периоды высокого ЧСС при ношении средств индивидуальной защиты [11]. Описательный анализ физиологических параметров газодымозащитников, проведенный F. Pantalonis с соавт. показал, что диапазон наблюдаемых вариаций (частота пульса, температура тела, чувство усталости, обезвоживание) увеличивался в связи с сложностью физиологической нагрузки по большинству параметров [20].

Необходимость контроля самочувствия газодымозащитников в НДС обусловило проблему исследования – разработка концептуальной модели принятия решений по обеспечению безопасности газодымозащитников на основе дистанционного мониторинга пульсовых зон.

Материалы и методы

Участники исследования. В исследовании приняло участие 30 курсантов (юноши) 3-го и 4-го года обучения Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (далее – ИПСА) в возрасте 20-23 лет, изучающих дисциплину «Подготовка газодымозащитника». База исследования – лаборатория функциональной диагностики ИПСА.

Оборудование: беговая дорожка HouseFit HT-9164E, велотренажер IPI STP-2290, пульсометр Polar OH1, секундомер Casio HS-80TW-1E, ноутбук

Asus X550V, дыхательный аппарат со сжатым воздухом АП «Омега»-1-АТ68, боевая одежда пожарного (БОП) тип У.

Методический инструментарий. Исследование проводилось в октябре 2020 года. Участники должны были выполнить физические упражнения на беговой дорожке и велотренажере в БОП с использованием ДАСВ (рис. 1), вес которого составлял около 11 кг. Интервал времени поддержания максимальной интенсивности работы (X_i) фиксировался с помощью секундомера, а показатели ЧСС дистанционно передавались на компьютер экспериментатора. Каждый испытуемый проходил тест дважды, достигая значения ЧСС соответствующей легкой и умеренной ПЗ. Для искусственного введения испытуемого в более высокую ПЗ увеличивалась физическая нагрузка, посредством переключения параметров работы велотренажера или беговой дорожки на более интенсивную программу выполнения. При тестировании фиксировались интервалы времени максимального нахождения в каждой ПЗ.



Рис. 1. Тестирование максимального времени поддержания интенсивности нагрузки в ПЗ

Анализ данных. Полученные эмпирические данные осмысливались и обрабатывались с помощью качественных и количественных методов анализа, в т.ч.: описательные статистики, критерий Стьюдента $t_s = 2,04$ ($N=30$ чел.) на уровне значимости $\alpha=0,05$, критерий $\chi_k^2=5,99$ при доверительной вероятности $p=0,95$. Для определения связи между возрастом и показателями ЧСС газодымозащитников и ее интерпретации применен корреляционный анализ Пирсона с использованием шкалы Чеддока. Расчеты производились на базе пакета статистических программ Excel и SPSS 22.

Результаты

Патентный поиск по ключевому слову «дистанционный мониторинг» (отобрано более сорока патентов) показал, что частота сердечных сокра-

щений ни в одном из них не используется как инструмент дистанционного мониторинга обеспечения безопасных режимов работы.

Повышенная ЧСС в течение длительного временного воздействия оказывает негативное влияние на состояние газодымозащитников. Для возможности определения безопасного порога установлен защитный барьер – максимальная частота сердечных сокращений HR_{max} .

Для расчета HR_{max} существует множество формул (М. Танака, Ж. Гулати, Карвонен и др.) [24, 26], основанные на учете возраста [16]. Среди уравнений для оценки HR_{max} наиболее известным и наиболее широко используемым является «220 - возраст», приписываемое Карвонену. [14]. D.O. Segundo с соавт. установили, что наибольшую точность расчета HR_{max} и лучшие прогнозы максимальных нагрузок позволяет обеспечить уравнение, предложенное Танакой и др. «208 - (0,7* возраст)». В 2002 г. R. Robergs, R. Landwehr проанализировали 43 формулы расчета HR_{max} и установили, что ни одна из них достаточно точно не рассчитывает HR_{max} [13, 20]. В качестве наиболее точной формулы расчета зон пульса для работы с физическими нагрузками и нервными напряжениями, мы избрали формулу, полученную E. Shargal с соавт. на основе линейных регрессий между HR_{max} и возрастом [23]:

$$HR_{max} = 208,609 - (0,716 \cdot age) \quad (1)$$

где age – возраст испытуемого.

Учет дополнительного контролирующего фактора – ЧСС, наряду с другими параметрами безопасности (давление P , атм; время t , мин), позволяет сформировать безопасные режимы работы газодымозащитников.

Мы определяем безопасный режим работы газодымозащитника как распределение его действий в дыхательном аппарате со сжатым воздухом в процессе ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций, при котором наблюдается стабильная работоспособность пожарного и отсутствует или снижается риск опасности для его жизни и здоровья. Нами предлагается пять возможных интервалов показателей ЧСС постоянных психофункциональных нагрузок обеспечивается в виде пульсовых зон (ПЗ):

- легкая: пульс составляет 50-69 % от максимального значения, при этом нагрузка минимальная;
- умеренная: значение пульса составляет 70-79 % от максимального, при этом нагрузка на грани зоны комфортности;
- тяжелая: значение пульса в данной зоне составляет 80-89% от максимального пульса. При работе в этой ПЗ появляются сложности в поддержании интенсивности;

- очень тяжелая: значение пульса составляет 90-99% от HR_{\max} , выполнение работы происходит практически на пределе человеческих возможностей;
- максимальная: пульс доходит до максимального значения, работа выполняется на пределе человеческих возможностей.

В связи с этим для расчета индивидуальных значений ЧСС газодымозащитников в пульсовых зонах применим возрастные ограничения с 18 до 60 лет. Расчет HR пульсовых зон произведен на основе применения формул (2) - (6):

$$HR_{\text{ПЗ}}^1 = HR_{\max} \cdot 0,5...0,69, \quad (2)$$

$$HR_{\text{ПЗ}}^2 = HR_{\max} \cdot 0,7...0,79, \quad (3)$$

$$HR_{\text{ПЗ}}^3 = HR_{\max} \cdot 0,8...0,89, \quad (4)$$

$$HR_{\text{ПЗ}}^4 = HR_{\max} \cdot 0,9...0,99, \quad (5)$$

$$HR_{\text{ПЗ}}^5 = HR_{\max}. \quad (6)$$

где $HR_{\text{ПЗ}}^k$ – частота сердечных сокращений в k -ой зоне ($k = 1, 2, 3, 4, 5$).

С учетом формул (1) - (6) можно рассчитать пульсовые зоны с учетом возраста газодымозащитников (рис. 2). При этом необходимо указать, что в максимальной пульсовой зоне показатели ЧСС не обеспечивают безопасный режим работы.

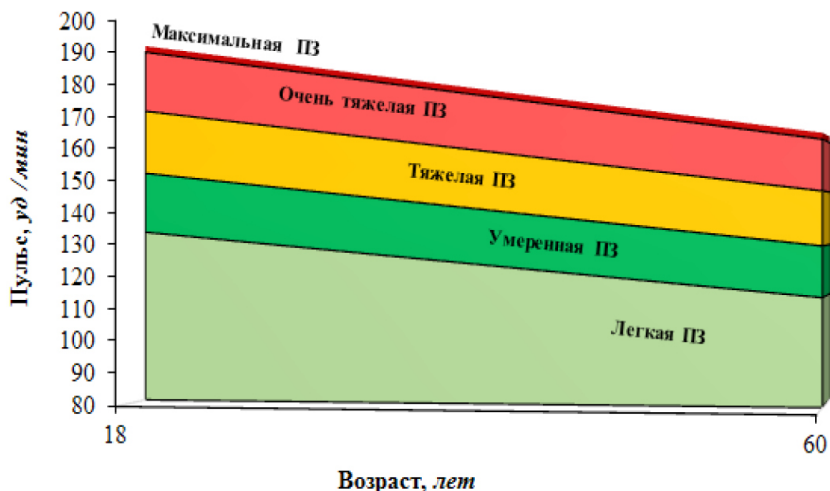


Рис. 2. Связь между показателями ЧСС в ПЗ и возрастом газодымозащитников

Значение коэффициента корреляции составило $r = -0,99$ ($p < 0,01$) по всем возрастным категориям и показателям пульса, что свидетельствует о значимой обратной связи между возрастом и показателями ЧСС в пульсовых зонах: при увеличении возраста газодымозащитника снижается защитный барьер в виде максимальных показателей ЧСС.

С целью выявления интервалов времени, при которых тестируемый мог бы поддерживать максимальную интенсивность работы, эксперимент был проведен в легкой и умеренной пульсовой зоне, т.к. выполнять физическую нагрузку в тяжелой, очень тяжелой и максимальной пульсовой зоне при проведении занятий не допускается.

Каждому испытуемому был присвоен номер с учетом результатов ранжирования по возрастанию времени работы в ПЗ, после чего выявлялись недостоверные результаты измерений, которые исключались из дальнейшего анализа и формировалась выборка X^* с количеством достоверных результатов измерений N^* . Число интервалов L для группировки результатов измерения определялось по формуле:

$$L = 5 \cdot \lg N^* \quad (8)$$

после чего были определены границы интервалов α и β на основе максимальных и минимальных результатов измерений времени работы в ПЗ в выборке X^* . Распределение результатов и подсчет эмпирических значений $N_{\text{эмп}}$ в k интервалах позволили выдвинуть гипотезу о соответствии данных нормальному закону Φ с параметрами $M(X)$ и $\sigma(X)$, либо экспоненциальному закону распределения P с параметром $M(X)$, и для каждой α и β определить значения $\Phi(X_{(\alpha)})$, $\Phi(X_{(\beta)})$ и $P(\alpha)$, $P(\beta)$. Для оценки теоретического распределения измерений по k интервалам использовалась формула:

$$N_{\text{теор } k} = N^* (\Phi(X(\alpha)) - \Phi(X(\beta))) \quad (9)$$

где $\Phi(X(\alpha))$ – значение функции Лапласа в точке $X(\alpha) = \frac{\alpha - M(X)}{\sigma(X)}$, и аналогично для $\Phi(X(\beta))$.

Для закона распределения P данные оценивались по формуле:

$$N_{\text{теор } k} = N^* (P(\alpha) - P(\beta)) \quad (10)$$

где $P(\alpha) = e^{-\frac{\alpha}{M(X)}}$, и аналогично для $P(\beta)$.

Результаты ранжирования и отбора недостоверных результатов измерений представлены на рис. 3-4.

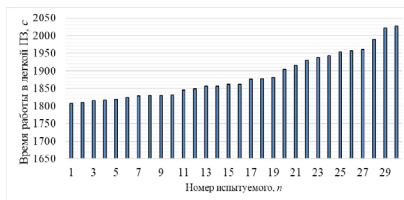


Рис. 3. Ранжирование результатов измерения в легкой ПЗ



Рис. 4. Поиск недостоверных результатов измерений

Результаты измерений времени работы испытуемых с номерами $n \geq 29$ не превосходят t_s и исключены из дальнейшего анализа, поэтому $N^*(X^*) = 28$ измерений. Результаты проверки нулевой гипотезы с использованием критерия χ^2 Пирсона для легкой ПЗ представлены в табл. 1. С учётом того, что данные превосходят 1800 с, было проведено допустимое преобразование $X_i^* = X_i - 1800$.

Таблица 1.

Результаты проверки нулевой гипотезы для легкой ПЗ ($n=30$)

	Интервалы / intervals, k					
	1	2	3	4	5	6
α	0	40	80	120	160	180
β	40	80	120	160	180	200
$N_{эмп,k}$	10	8	3	5	1	1
$P(\alpha)$	1,00	0,62	0,38	0,24	0,15	0,12
$P(\beta)$	0,62	0,38	0,24	0,15	0,12	0,09
$N_{теор}$	10,6	6,6	4,1	2,5	0,9	0,7
χ_k^2	0,04	0,30	0,29	2,39	0,02	0,14

Гистограмма эмпирических $N_{эмп}$ и теоретических $N_{теор}$ данных представлена на рис. 5.

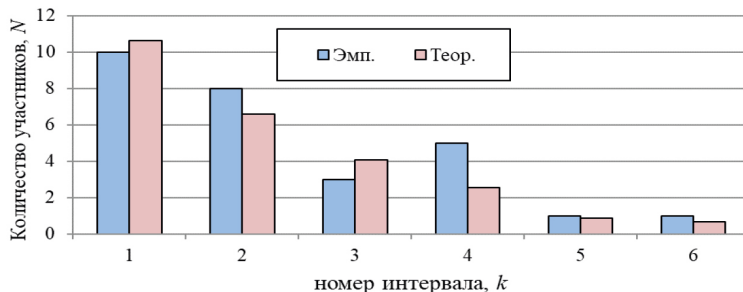


Рис. 5. Сопоставление эмпирических и теоретических данных

Результаты эксперимента подчиняются экспоненциальному закону распределения P с параметром $M(X)=90$, т.к. $\chi^2 = \sum_{k=1}^6 \chi_k^2 = 3,18 < \chi_T^2 = 5,99$.

С учетом преобразования интегральная функция распределения с начальным значением $X_0=1800$ с и $P(X_0)=0$ представлена на рис. 6.

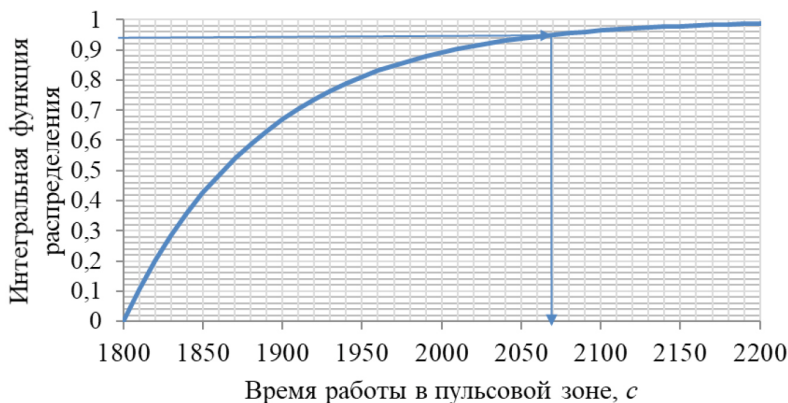


Рис. 6. Интегральная функция распределения для времени работы в легкой ПЗ

Тогда, например, при вероятности $p=0,95$ можно утверждать, что время работы в легкой ПЗ будет не более 2070 с.

Анализ измерений t_p в умеренной ПЗ представлен на рис. 7.

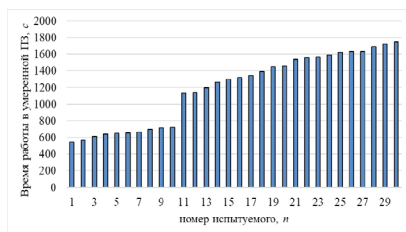


Рис. 7. Наблюдения за временем перехода от умеренной ПЗ к тяжелой ПЗ



Рис. 8. Поиск недостоверных результатов измерений

Распределение разделено на две группы: при $n < 10$ (группа 1) и при $10 \leq n \leq 30$ (группа 2). Достоверность результатов подтверждена расчетом критерия Стьюдента (рис. 8). Группировка данных для выборок представлена в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты проверки нулевой гипотезы для умеренной ПЗ ($n=30$)

К	1	2	3	...	8	9	10	11	12
	Группа 1 / Group 1			...	Группа 2 / Group 2				
α	500	600	700	...	1200	1300	1400	1600	1700
β	600	700	800	...	1300	1400	1600	1700	1800
$N_{\text{эмп}}$	2	6	2	-	4	4	6	4	2
$X(\alpha)$	-2,500	-0,833	0,833	-	-1,300	-0,800	-0,300	0,700	1,200
$X(\beta)$	-0,833	0,833	2,500	-	-0,800	-0,300	0,700	1,200	1,700
$\Phi(X(\alpha))$	0,006	0,202	0,798	-	0,097	0,212	0,382	0,758	0,885
$\Phi(X(\beta))$	0,202	0,798	0,994	-	0,212	0,382	0,758	0,885	0,955
$N_{\text{теор}}$	2,0	6,0	2,0	-	2,3	3,4	7,5	2,5	1,4
χ^2	0,0008	0,0004	0,0008	-	1,25	0,10	0,31	0,84	0,25

Результаты эксперимента принадлежат нормальному закону распределения с характеристиками: для группы 1 $M(X)=650$, $\sigma(X)=60$ и для группы 2 $M(X)=1460$, $\sigma(X)=200$. Гистограмма с сопоставлением эмпирических $N_{\text{эмп}}$ и теоретических $N_{\text{теор}}$ данных для анализируемых групп представлена на рис. 9.

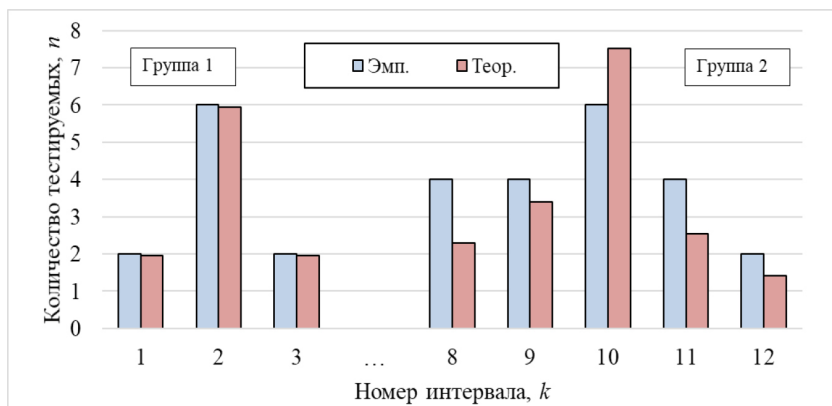


Рис. 9. Сопоставление эмпирических и теоретических данных

Гипотеза о нормальности распределения времени работы в ПЗ подтверждается расчетом критерия χ^2 Пирсона – группа 1: $\chi_1^2 = \sum_{k=1}^3 \chi_k^2 = 2 \cdot 10^{-3}$, группа 2: $\chi_2^2 = \sum_{k=8}^{12} \chi_k^2 = 2,75$. Интегральные функции распределения времени нахождения в умеренной ПЗ представлены на рис. 10.

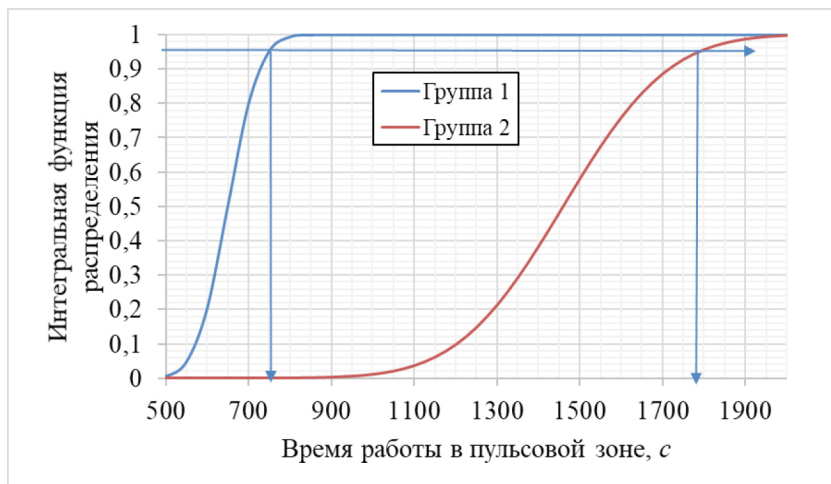


Рис. 10. Интегральные функции распределения для времени работы в умеренной ПЗ

При вероятности $p=0,95$ время работы в ПЗ будет не более 750 с для группы 1 и не более 1790 с для группы 2. Для более точного расчета может быть использована формула:

$$X_p = M(X) + \sigma(X) \cdot \Phi^{-1}(p) \quad (13)$$

где Φ^{-1} — функция, обратная функции нормального распределения.

Так при вероятности $p=0,95$ с помощью функции MS Excel «=НОРМ.СТ.ОБР(0,95)» определяем $\Phi^{-1}(0,95)=1,64$. Тогда для группы 1 расчетное значение времени работы в умеренной ПЗ составит:

$$X_p = 650 + 60 \cdot 1,64 = 748 \text{ (с);}$$

для группы 2, соответственно:

$$X_p = 1460 + 200 \cdot 1,64 = 1789 \text{ (с)}$$

Предложенные параметры позволяют осуществлять самоконтроль состояния пульсометрии, а также информационно обеспечивать процесс принятия решений по оценке безопасности режимов работы на основе дистанционного мониторинга функционального состояния газодымозащитников.

Таким образом, на основе полученных значений параметров безопасности в режиме реального времени посредством мониторинга лица, принимающее решение, производит сравнение плановых (X) и фактических параметров безопасности (X_p). Использование данного инструмента кон-

троля параметров безопасности позволит своевременно корректировать действия участников тушения пожара с учетом индивидуальных показателей ЧСС газодымозащитников.

Заключение

Для анализа условий безопасности газодымозащитников предложено использовать показатель ЧСС. Для его внедрения в существующую модель поддержки принятия решения по обеспечению безопасности газодымозащитников при работе в НДС на основе риска наступления деструктивных событий в работе предложена вероятностная модель параметров пульсовых зон.

Показано, что в легкой ПЗ наблюдается экспоненциальный закон распределения времени работы, а для умеренной ПЗ – нормальное распределение. При этом экспоненциальное распределение не характеризует переход из легкой ПЗ в умеренную, а определяет момент времени окончания дыхательной смеси в баллоне дыхательного аппарата.

В умеренной ПЗ, где преобладал нормальный закон распределения времени работы, явно присутствовал скрытый фактор, разделивший испытуемых на две группы. Предположительно, этим фактором может являться уровень работоспособности газодымозащитников с использованием шкалы Борга индивидуального восприятия нагрузки [9, 10]. Оценке влияния уровня работоспособности газодымозащитников на время работы в умеренной пульсовой зоне будут посвящены дальнейшие исследования. Полученные параметры ПЗ могут использоваться как инструменты обеспечения безопасности при работе газодымозащитника в ДАСВ.

Предложена методика дальнейшего формирования безопасных режимов работы газодымозащитника в ДАСВ с учетом времени нахождения в соответствующих пульсовых зонах. Методика основана на пульсометрии и оценке параметров газодымозащитника с учетом предложенных пульсовых зон.

Таким образом, при проектировании телеметрических систем мониторинга безопасности газодымозащитников с учетом количественного показателя ЧСС, характеризующего качество состояния газодымозащитника при выполнении работ по тушению пожаров в НДС, необходимо учитывать нормальное распределение времени работы в пульсовой зоне и, предположительно, уровень работоспособности газодымозащитника. Применение данных по работе в пульсовых зонах позволит при определении необходимого числа звеньев ГДЗС для тушения пожара исходить из необходимого времени восстановления после физической нагрузки путем оценки времени динамики пульсовых зон.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Баканов М.О., Тараканов Д.В. Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 1 (373). С. 173–177.
2. Ветренко А. А. Объёмы и интенсивность тренировочных нагрузок в беге на сверхмарафонские дистанции // В мире научных открытий. 2015. № 4-2 (64). С. 726-736.
3. Гринченко Б.Б., Тараканов Д.В. Автоматизированная система управления безопасностью при работах на пожарах в непригодной для дыхания среде // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 4. С. 32–36. <https://doi.org/10.25257/FE.2018.4.32-36>
4. Золотавин С.Д., Ахтямов М.Х., Целых Е.Д. Исследование параметров сердечно-сосудистой системы при применении ДАСВ ГДЗ пожарными (на примере 4ПЧ ФГБУ «10 отряд ФПС ГПС по Хабаровскому краю») // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2021. Т. 2. С. 195-199.
5. Пурский О.И., Федоренко С.С. Повышение эффективности тренировочного процесса газодымозащитников средствами дистанционного мониторинга функционального состояния организма // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2013. № 4 (19). С. 47-49.
6. Пурский О.И., Федоренко С.С. Формирование базы знаний специализированной экспертной системы дистанционного мониторинга функционального состояния газодымозащитника // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2013. № 1-2 (13-14). С. 30-36.
7. Шалявин Д.Н., Тараканов Д.В., Гринченко Б.Б. Алгоритмы информационной поддержки управления безопасностью участников тушения пожара в непригодной для дыхания среде на объектах энергетики // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 3 (36). С. 53-61.
8. Шалявин Д.Н., Тараканов Д.В., Гринченко Б.Б. Применение пульсовых зон в тренировочных занятиях по подготовке газодымозащитников // Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России. Иваново, 2020. С. 301-304.
9. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998. 110 p.

10. Borg G., Hassmen P., Lagerstrom M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise // *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1987, vol. 56, no. 6, pp. 679–685. <https://doi.org/10.1007/bf00424810>
11. Coca A., Sinkule E. J., Powell J. B., Roberge R. J., Williams W. J. Relation Between OMNI-PRE and Heart Rate Wearing Running Clothes Vs. Firefighter Ensembles During Treadmill Exercise // *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008, vol. 40, p. S352. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000323411.01038.58>
12. Gomes P., Kaiseler M., Lopes B., Faria S., Queiros C., Coimbra M. Are standard heart rate variability measures associated with the self-perception of stress of firefighters in action? // *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2013, 2013, pp. 2571-2574. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6610065>
13. Handl E.H.H., Oppers V.M. The influence of a compressed air breathing apparatus on the pulse frequency and systolic blood pressure during the work load of firemen // *T Soc Geneesk*, 1974, vol. 52, no. 4, pp. 118-121
14. Karvonen M., Kentala E., Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study // *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae*, 1957, vol. 35, pp. 307-315.
15. Lee J.S., Ahn Y.S., Jeong K.S., Chae J.H, Choi K.S. Resilience buffers the impact of traumatic events on the development of PTSD symptoms in firefighters // *Journal of Affective Disorders*, 2014, vol. 162, pp. 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.02.031>
16. Londeree B.R., Moeschberger M. L. Effect of age and other factors on maximal heart rate // *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1982, vol. 53, no. 4, pp. 297-304. <https://doi.org/10.1080/02701367.1982.10605252>
17. MacNeal J.J., Cone D.C., Wistrom C.L. Effect of station-specific alerting and ramp-up tones on firefighters' alarm time heart rates // *Journal of occupational and environmental hygiene*, 2016, vol. 13, pp. 866-870. <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1183018>
18. Marciniak R.A, Tesch C.J., Ebersole K.T. Heart rate response to alarm tones in firefighters // *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2021, vol. 94, no. 5, pp. 783-790. <https://doi.org/10.1007/s00420-020-01646-y>
19. Marshall R. E., Milligan-Saville J. S., Mitchell P. B., Bryant R. A., Harvey S. B. A systematic review of the usefulness of pre-employment and pre-duty screening in predicting mental health outcomes amongst emergency workers // *Psychiatry Research*, 2017, vol. 253, pp. 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.03.047>
20. Pantalonia F, Capitaine C, Le Duffe F, Stevea JM, Barberisa J. Tolérance physique au port de l'appareil respiratoire isolant chez les sapeurs-pompiers // *Ar-*

- chives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement, 2010, vol. 71, no. 5, pp. 790-797. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2010.09.005>
21. Porto L. G. G., Korre M., Moffatt S., Kales S. N. Physical Fitness and Heart Rate During Exercise Testing as Predictors of Cardiac Autonomic Impairment among Firefighters: 2271 Board #2 June 2, 3 // *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2016, vol. 48, p. 631. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000486892.45973.21>
 22. Robergs R., Landwehr R. The surprising history of the “HRmax=220-age” equation // *International Journal of Online Engineering*, 2002, vol. 5, no. 2, pp. 1-10.
 23. Shargal E., Kislev-Cohen R., Zigel L., Epstein S., Pilz-Burstein R., Tenenbaum G. Age-related maximal heart rate: examination and refinement of prediction equations // *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2015, vol. 55, pp. 1207–1218.
 24. She J., Nakamura H., Makino K., Ohyama Y., Hashimoto H. Selection of Suitable Maximum-heart-rate Formulas for Use with Karvonen Formula to Calculate Exercise Intensity // *International Journal of Automation and Computing*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 62-69. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>.
 25. Smith D.L., Haller J. M., Benedict R., Moore-Merrell L. Firefighter Incident Rehabilitation: Interpreting Heart Rate Responses // *Prehospital Emergency Care*, 2016, vol. 20, pp. 28-36. <https://doi.org/10.3109/10903127.2015.1037477>
 26. Tanaka H., Monahan K. D., Seals D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited // *Journal of the American College of Cardiology*, 2001, vol. 37, no. 1, pp. 153-156. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8)
 27. Vyas K., McGregor C. The Use of Heart Rate for the Assessment of Firefighter Resilience: A Literature Review // *IEEE Life Sciences Conference (LSC)*, 2018, pp. 259-262. <https://doi.org/10.1109/LSC.2018.8572095>

References

1. Bakanov M.O., Tarakanov D.V. Distantionnyy monitoring tekhnogennykh pozharov i chrezvychaynykh situatsiy [Remote monitoring of man-made fires and emergency situations]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti* [News of higher educational institutions. Technology of the textile industry.], 2018, no. 1 (373), pp. 173 - 177.
2. Vetroenko A. A. Ob'emy i intensivnost' trenirovochnykh nagruzok v bege na sverkhmarafonskie distantsii [The volume and intensity of training loads in running at super marathon distances]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the world of scientific discoveries.], 2015, no. 4-2 (64), pp. 726-736.
3. Grinchenko B.B., Tarakanov D.V. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya bezopasnost'yu pri rabotakh na pozharakh v neprigodnoy dlya dykhaniya srede [Automated safety management system when working on fires in an environ-

- ment unsuitable for breathing]. *Pozhary i chrezvychaynye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya* [Fires and emergency situations: prevention, liquidation], 2018, no. 4, pp. 32–36. <https://doi.org/10.25257/FE.2018.4.32-36>
4. Zolotavin S.D., Akhtyamov M.Kh., Tselykh E.D. Issledovanie parametrov serdechno-sosudistoy sistemy pri primenении DASV GDZ pozharnymi (na primere 4PCh FGBU «10 otryad FPS GPS po Khabarovskomu krayu») [Investigation of the parameters of the cardiovascular system when used breathing apparatus with compressed air by firefighters (on the example of the 4th fire department of the GBU “10 squad of FPS GPS in the Khabarovsk Territory”]. *Nauchno-tekhnicheskoe i ekonomicheskoe sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke* [Scientific, technical and economic cooperation of the APR countries in the XXI century], 2021, vol. 2, pp. 195-199.
 5. Purskiy O.I., Fedorenko S.S. Povyshenie effektivnosti trenirovochnogo protsessa gazodymozashchitnikov sredstvami distantsionnogo monitoringa funktsional'nogo sostoyaniya organizma [Improving the effectiveness of the training process of gas and smoke protectors by means of remote monitoring of the functional state of the body]. *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoy zashchity* [Scientific and educational problems of civil protection], 2013, no. 4 (19), pp. 47-49.
 6. Purskiy O.I., Fedorenko S.S. Formirovanie bazy znaniy spetsializirovannoy ekspertnoy sistemy distantsionnogo monitoringa funktsional'nogo sostoyaniya gazodymozashchitnika [Formation of a knowledge base of a specialized expert system for remote monitoring of the functional state of a gas-smoke diver]. *Chrezvychaynye situatsii: promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost'* [Emergency situations: industrial and environmental safety], 2013, no. 1-2 (13-14), pp. 30-36.
 7. Shalyavin D.N., Tarakanov D.V., Grinchenko B.B. Algoritmy informatsionnoy podderzhki upravleniya bezopasnost'yu uchastnikov tusheniya pozhara v neprigodnoy dlya dykhaniya srede na ob'ektakh energetiki [Algorithms of information support for safety management of participants in fire extinguishing in an]. *Sovremennye problemy grazhdanskoy zashchity* [Modern problems of civil protection], 2020, no. 3 (36), pp. 53-61.
 8. Shalyavin D.N., Tarakanov D.V., Grinchenko B.B.. *Sbornik materialov XV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 30-y godovshchine MChS Rossii “Pozharnaya i aviarnaya bezopasnost'”* [Collection of materials of the XV International scientific and practical conference dedicated to the 30th anniversary of the EMERCOM of Russia “Fire and emergency safety”]. Ivanovo, 2020, pp. 301-304.

9. Borg G. *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign. IL: Human Kinetics, 1998. 110 p.
10. Borg G., Hassmen P., Lagerstrom M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1987, vol. 56, no. 6, pp. 679–685. <https://doi.org/10.1007/bf00424810>
11. Coca A., Sinkule E. J., Powell J. B., Roberge R. J., Williams W. J. Relation Between OMNI-PRE and Heart Rate Wearing Running Clothes Vs. Firefighter Ensembles During Treadmill Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008, vol. 40, p. S352. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000323411.01038.58>
12. Gomes P., Kaiseler M., Lopes B., Faria S., Queiros C., Coimbra M. Are standard heart rate variability measures associated with the self-perception of stress of firefighters in action? *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2013, 2013, pp. 2571-2574. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6610065>
13. Handl E.H.H., Oppers V.M. The influence of a compressed air breathing apparatus on the pulse frequency and systolic blood pressure during the work load of firemen. *T Soc Geneesk*, 1974, vol. 52, no. 4, pp. 118-121
14. Karvonen M., Kentala E., Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales medicinae experimentalis et biologiae Fenniae*, 1957, vol. 35, pp. 307-315.
15. Lee J.S., Ahn Y.S., Jeong K.S., Chae J.H, Choi K.S. Resilience buffers the impact of traumatic events on the development of PTSD symptoms in firefighters. *Journal of Affective Disorders*, 2014, vol. 162, pp. 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.02.031>
16. Londeree B.R., Moeschberger M. L. Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1982, vol. 53, no. 4, pp. 297-304. <https://doi.org/10.1080/02701367.1982.10605252>
17. MacNeal J.J., Cone D.C., Wistrom C.L. Effect of station-specific alerting and ramp-up tones on firefighters' alarm time heart rates. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 2016, vol. 13, pp. 866-870. <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1183018>
18. Marciniak R.A, Tesch C.J., Ebersole K.T. Heart rate response to alarm tones in firefighters. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2021, vol. 94, no. 5, pp. 783-790. DOI: 10.1007/s00420-020-01646-y
19. Marshall R. E., Milligan-Saville J. S., Mitchell P. B., Bryant R. A., Harvey S. B. A systematic review of the usefulness of pre-employment and pre-duty screening in predicting mental health outcomes amongst emergency workers. *Psychiatry Research*, 2017, vol. 253, pp. 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.03.047>

20. Pantalonia F, Capitaine C, Le Duff F, Stevea JM, Barberisa J. Tolérance physique au port de l'appareil respiratoire isolant chez les sapeurs-pompiers. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2010, vol. 71, no. 5, pp. 790-797. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2010.09.005>
21. Porto L. G. G., Korre M., Moffatt S., Kales S. N. Physical Fitness and Heart Rate During Exercise Testing as Predictors of Cardiac Autonomic Impairment among Firefighters: 2271 Board #2 June 2, 3. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2016, vol. 48, p. 631. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000486892.45973.21>
22. Robergs R., Landwehr R. The surprising history of the "HRmax=220-age" equation. *International Journal of Online Engineering*, 2002, vol. 5, no. 2, pp. 1-10.
23. Shargal E., Kislev-Cohen R., Zigel L., Epstein S., Pilz-Burstein R., Tenenbaum G. Age-related maximal heart rate: examination and refinement of prediction equations. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2015, vol. 55, pp. 1207–1218.
24. She J., Nakamura H., Makino K., Ohyama Y., Hashimoto H. Selection of Suitable Maximum-heart-rate Formulas for Use with Karvonen Formula to Calculate Exercise Intensity. *International Journal of Automation and Computing*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 62-69. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>
25. Smith D.L., Haller J. M., Benedict R., Moore-Merrell L. Firefighter Incident Rehabilitation: Interpreting Heart Rate Responses. *Prehospital Emergency Care*, 2016, vol. 20, pp. 28-36. <https://doi.org/10.3109/10903127.2015.1037477>
26. Tanaka H., Monahan K. D., Seals D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 2001, vol. 37, no. 1, pp. 153-156. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8)
27. Vyas K., McGregor C. The Use of Heart Rate for the Assessment of Firefighter Resilience: A Literature Review. *IEEE Life Sciences Conference (LSC)*, 2018, pp. 259-262. <https://doi.org/10.1109/LSC.2018.8572095>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Шальявин Денис Николаевич, адъюнкт

*Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России
пр-т Строителей, 33, г. Иваново, 153040, Российская Федерация
sharap1897@rambler.ru*

Шмелева Елена Александровна, доктор психологических наук, доцент, профессор кафедры иностранных языков и профессиональных коммуникаций; профессор факультета физической культуры; заместитель директора по научной работе и дополнительному образованию

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России; Российский государственный социальный университет; Ивановский государственный университет

пр-т Строителей, 33, г. Иваново, 153040, Российская Федерация; ул. В.Пику, 4, стр.1, г. Москва, 129226, Российская Федерация; ул. Кооперативная, 24, г. Шуя, Ивановская область, 155908, Российская Федерация
shmeleva@mail.ru

Тараканов Денис Вячеславович, доктор технических наук, профессор кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России
пр-т Строителей, 33, г. Иваново, 153040, Российская Федерация
den-pgs@yandex.ru

Гринченко Борис Борисович, кандидат технических наук, преподаватель кафедры пожарно-строевой, физической подготовки и ГДЗС

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России
пр-т Строителей, 33, г. Иваново, 153040, Российская Федерация
grinchenko.borya@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Denis N. Shalyavin, adjunct

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Russian Emergencies Ministry
33, Stroiteley Ave., Ivanovo, 153040, Russian Federation
sharap1897@rambler.ru
SPIN-code: 2157-6046
ORCID: 0000-0002-5240-7502

Elena A. Shmeleva, Doctor of Psychology, Associate Professor, Professor of the Department of Foreign Languages and Professional Communications; Professor of the Faculty of Physical Education; Deputy Director for Research and Additional Education

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Russian Emergencies Ministry; Russian State Social University; Ivanovo State University

33, Stroiteley Ave., Ivanovo, 153040, Russian Federation; 4, building 1, V.Pika Str., Moscow, 129226, Russian Federation; 24, Kooperativnaya Str., Shuya, Ivanovo region, 155908, Russian Federation

shmeleva@mail.ru

SPIN-code: 3992-6436

ORCID: 0000-0002-4698-5226

ResearcherID: H-7821-2016

Scopus Author ID: 56375922700

Denis V. Tarakanov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Fire Tactics and the Basics of Emergency Rescue and Other Emergency Operations

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Russian Emergencies Ministry

33, Stroiteley Ave., Ivanovo, 153040, Russian Federation

den-pgs@yandex.ru

SPIN-code: 4861-3481

ORCID: 0000-0002-5811-7397

Scopus Author ID: 57216628761

Boris B. Grinchenko, Candidate of Technical Sciences, Teacher of the Department of Fire-Fighting, Physical Training and Gas-Smoke Protection Systems

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Russian Emergencies Ministry

33, Stroiteley Ave., Ivanovo, 153040, Russian Federation

grinchenko.borya@mail.ru

SPIN-code: 6329-2575

ORCID: 0000-0003-1759-2308

Scopus Author ID: 57219403168

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

INTERDISCIPLINARY RESEARCH

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-273-296

УДК 339

РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЭКСПОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

И.А. Аксенов

Обоснование. *Участие стран с формирующейся рыночной экономикой и развивающихся стран в глобальных агропродовольственных рынках становится все более активным: их экспорт уже превышает треть общемирового объема.*

Цель. *Заключается в изучении опыта и выявлении наиболее общих и значимых тенденций, связанных со сферой агроэкспорта в Евразийском экономическом союзе.*

Материалы и методы. *Информационная база исследования включает в себя нормативно-правовую базу: Договор о Евразийском экономическом союзе, Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 22 декабря 2015 года №28 «О координации сбытовой и маркетинговой политики государств-членов Евразийского экономического союза в отношении экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия», Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 13 декабря 2016 года №30 «О согласованных действиях государств-членов Евразийского экономического союза в области развития экспортного потенциала сельскохозяйственной продукции и продовольствия»; Декларация о создании АСЕАН и эмпирическую: статистические данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, Евразийской экономической комиссии, АСЕАН, Всемирного торгового*

центра. В данной работе были использованы диалектический, системный, логический, сравнительный методы исследования.

Результаты. Уровень развития систем поддержки агропромышленного сектора в каждом конкретном государстве ЕАЭС сильно отличается друг от друга. В числе основных различий – количество институтов поддержки, их характер, компетенции и полномочия.

Заключение. Цели единой интеграционной политики ЕАЭС в области сельского хозяйства разнообразны. К наиболее важным из них следует отнести поддержку сельхозпроизводителей, создание условий здоровой конкуренции, наращивание объемов производства и объёмов экспорта.

Ключевые слова: сельское хозяйство; экспорт; ЕАЭС; внешнеторговые отношения

Для цитирования. Аксенов И.А. Развитие государственной поддержки экспорта сельскохозяйственной продукции как элемент интеграционной политики Евразийского экономического союза // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 273-296. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-273-296

DEVELOPMENT OF STATE SUPPORT FOR EXPORT OF AGRICULTURAL PRODUCTS AS AN ELEMENT OF THE INTEGRATION POLICY OF THE EURASIAN ECONOMIC UNION

I.A. Aksenov

Background. The participation of emerging market economies and developing countries in global agri-food markets is becoming more active: their exports already exceed a third of the global volume.

Purpose. It consists in studying the experience and identifying the most common and significant trends associated with the field of agricultural exports in the Eurasian Economic Union.

Materials and methods. The research information base includes the legal and regulatory framework: Treaty on the Eurasian Economic Union, Recommendation of the Board of the Eurasian Economic Commission dated December 22, 2015 No. 28 “On the coordination of sales and marketing policies of the member states of the Eurasian Economic Union in relation to the export of agricultural products and foodstuffs”, Recommendation of the Board of the Eurasian Economic Com-

mission dated December 13, 2016 No. 30 "On coordinated actions of the member states of the Eurasian Economic Union in the development of the export potential of agricultural products and food"; Declaration on the establishment of ASEAN and empirical: statistics of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, the Eurasian Economic Commission, ASEAN, the World Trade Center. In this work, dialectical, systemic, logical, comparative research methods were used.

Results. *The level of development of support systems for the agro-industrial sector in each specific state of the EAEU is very different from each other. The main differences include the number of support institutions, their nature, competencies and powers.*

Conclusion. *The goals of the single integration policy of the EAEU in the field of agriculture are diverse. The most important of them include support for agricultural producers, creating conditions for healthy competition, increasing production and export volumes.*

Keywords: *agriculture; export; EAEU; foreign trade relations*

For citation. *Aksenov I.A. Development of State Support for Export of Agricultural Products as an Element of the Integration Policy of the Eurasian Economic Union. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 273-296. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-273-296*

Введение

Современная рыночная экономика базируется на торговых отношениях, в том числе и на отношениях в аграрно-промышленном секторе. Рост численности населения неминуемо затрагивает и продовольственные потребности, в связи с чем возникает объективная необходимость в развитии и поддержке всего сельского хозяйства. Поэтому аграрно-промышленный сектор экономики так чрезвычайно важен для поддержания продовольственного баланса и нормального существования любой нации. Участие стран с формирующейся рыночной экономикой и развивающихся стран в глобальных агропродовольственных рынках становится все более активным: их экспорт уже превышает треть общемирового объема. Таким образом, актуальность темы данного исследования вызвана необходимостью качественного переосмысления процессов, связанных со сферой экспорта агропромышленной продукции из развивающихся стран.

Материалы и методы

На протяжении всего существования ЕАЭС как комплексного интеграционного образования вопрос о развитии аграрно-промышленного сектора всегда был на повестке дня. Однако разный уровень развития национальных экономик стран-участниц ЕАЭС, сохраняющийся и по сей день, создаёт определен-

ные препятствия для выработки и реализации единой экспортной политики в области внешнеэкономической торговли сельскохозяйственной продукцией.

В рамках деятельности, осуществляемой Евразийской экономической комиссией (далее – ЕЭК), разрабатывается единая стратегия для поиска баланса интересов в агропромышленном секторе. Координация в данной сфере позволяет поддерживать сельскохозяйственных производителей, разрабатывать эффективные меры государственной поддержки для соответствующих предприятий, и, как итог, увеличивать темпы роста аграрно-промышленной отрасли на территории стран-участниц ЕАЭС.

Проблемы, связанные с государственной поддержкой экспорта сельхозпродукции привлекают внимание большого числа исследователей.

Среди отечественных учёных, которые в своих работах затрагивали данные вопросы, стоит выделить Д.И. Жиликова [1], И.Д. Котлярова [2], Ю.Б. Миндлина [3], Ю.Н. Никулину [4], Е.Н. Паюрову [4], О.В. Шик [4,6], Р.Г. Янбых [4,6], Н.М. Светлова [5], Е. В. Серову [6], И.В. Елкина [13], В. Плотникова [21]. Среди зарубежных учёных, которые в своих работах затрагивали данные вопросы, стоит выделить S.Y. Umirzakov [29], A.Z. Nauryzbayev [29], A.Z. Bukharbayeva [29], D.A. Bekesheva [29], A.K. Oralbayeva [29], Gu, J. Renwick [15], L Xue [15].

Тем не менее, несмотря на обширное число работ в данной сфере, необходимо отметить, что государственная поддержка экспорта сельхозпродукции из стран ЕАЭС оценивается исследователями крайне неоднозначно. Кроме того, в настоящий момент достаточно мало исследований, в которых бы проводился анализ государственной поддержки экспорта сельхозпродукции из стран ЕАЭС как комплексное исследование, поскольку большинство из имеющихся на данный момент научных трудов посвящено лишь анализу экспортной политики какой-либо конкретной страны.

Нормативно-правовая база, регламентирующая отношения, затрагивающие аспекты экспорта сельскохозяйственной продукции ЕАЭС, и отношения в области координации сельскохозяйственной политики, довольно обширна и разнообразна. Начиная с 2012 года и до момента вступления в силу Договора о Евразийском экономическом союзе на территории стран Таможенного союза и Единого экономического пространства действовало Соглашение о единых правилах государственной поддержки сельского хозяйства от 9 декабря 2010 года. В рамках данного Соглашения было определено, что национальные меры поддержки сельского хозяйства, используемые какой-либо из стран, подписавших Соглашение, должны быть ограничены или отменены, если они негативным образом отражаются на состоянии взаимной торговли стран, участвующих в Соглашении. Таким

образом, нормативная основа по поиску компромисса между национальными и наднациональными интересами была выстроена слабо.

Регламентация аграрно-промышленного сектора осуществлялась и с помощью иных актов, напрямую не затрагивающих вопросы сельского хозяйства. Тем не менее, назревшее несовершенство нормативного регулирования нуждалось в реформировании. Был необходим новый комплексный документ, который бы позволил проводить сбалансированную политику в данной сфере.

Как уже ранее упоминалось, в 2014 году под эгидой расширения интеграционного взаимодействия был принят Договор о Евразийском экономическом союзе. При его разработке, в том числе, были учтены положения Концепции и Соглашения о единых правилах государственной поддержки сельского хозяйства.

Цели единой интеграционной политики ЕАЭС в области сельского хозяйства разнообразны. К наиболее важным из них следует отнести поддержку сельхозпроизводителей, создание условий здоровой конкуренции, наращивание объемов производства и объемов экспорта.

Результаты исследования

Основным покупателем экспортируемых государствами-членами ЕАЭС товаров выступает Европейский союз (37,6% совокупного экспорта). Среди стран Европейского союза наиболее существенны поставки товаров в Нидерланды (7,9%), Германию (5,4%), Италию (4,6%), Польшу (3,0%). В страны АТЭС продано 29,6% экспортированных товаров, из них в Китай – 16,2%, Южную Корею – 3,7%, Соединенные Штаты – 3,2%. Странам СНГ реализовано 6,3% экспортированных товаров (Рисунок 1).



Рис. 1. Распределение объемов внешней торговли государств – членов ЕАЭС по группам стран за январь - декабрь 2020 года, млрд. долл. США.

Российская Федерация. Российская Федерация как полноправный член ЕАЭС и Союзного государства «Россия-Беларусь» выстроила довольно мощную систему поддержки экспортёров сельхозпродукции на внешние рынки [21]. Применяются как финансовые меры, так и меры нефинансового характера. Сложившаяся система состоит из государственных органов исполнительной власти различных уровней, отраслевых ассоциаций товаропроизводителей и экспортёров, иных негосударственных организаций, научных учреждений и т.д [7]. Об эффективности используемых мер свидетельствует статистика: показатели по экспорту для этой страны за период с января по декабрь 2020 года в рамках укрупненной группы «Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье» достигли 25 570 008 078 долл. США, что больше более чем на 20% аналогичных показателей за 2019 год.

Национальный проект включает в себя пять федеральных проектов: «Промышленный экспорт», «Экспорт продукции АПК», «Логистика международной торговли», «Экспорт услуг» и «Системные меры развития международной кооперации и экспорта». Бюджет национального проекта составляет 956,8 млрд. рублей, из которых на федеральный проект «Экспорт продукции АПК» отводится 406,8 млрд. рублей [5]. Так, в соответствии с федеральным проектом «Экспорт продукции АПК» предусматривается к 2024 году достигнуть объема экспорта сельскохозяйственной продукции в размере 45 млрд. долл. в год. В структуре поддержки экспорта российских товаров особую роль играет государственная корпорация «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк). Являясь головной организацией, Внешэкономбанк осуществляет деятельность по поддержке экспорта самостоятельно либо через дочерние организации в целях достижения максимального синергетического эффекта. Достижение такого эффекта базируется, прежде всего, на использовании разнообразного инструментария для финансовой и нефинансовой поддержки как типовых, так и самых сложных экспортных проектов в любой сырьевой отрасли экономики[8].

В сентябре 2018 года в рамках Союзного государства с Беларусью были подписаны балансы спроса и предложения по молоку, молокопродуктам, мясу и мясным продуктам, определяющие объемы взаимных поставок. Кроме того, существенную информационную поддержку экспорта российской продукции АПК оказывают торговые представительства Российской Федерации в иностранных государствах, ассоциации экспортеров. В 2019 году Министерство сельского хозяйства Российской Федерации создал новый союз экспортеров зерна.

Поддержка экспорта в Российской Федерации на современном этапе характеризуется трансформацией всей системы поддержки экспорта в комплексную адресную поддержку экспортоориентированным и ведущим внешнеэкономическую деятельность компаниям через механизм «единого окна» [12]. Это позволяет предоставлять широкий перечень финансовых и нефинансовых услуг экспортерам, а также масштабировать позитивное и нивелировать негативное влияния внешних и внутренних факторов на экспорт товаров и услуг из России.

Белоруссия. Еще одним членом ЕАЭС и Союзного государства «Россия-Беларусь» является Республика Беларусь. Сельское хозяйство в данной стране исторически является одной из базовых отраслей, формирующих национальную экономику [15]. В связи с этим, поддержка экспорта сельскохозяйственной продукции всегда находится на повестке дня у белорусского правительства, с высокой периодичностью внедряются новые меры по развитию внешнеторговых отношений.

В соответствии с данными Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в 2020 г. поставлено на экспорт сельскохозяйственной продукции и продуктов питания на сумму более 5,8 млрд. долларов США, что составило 104,3% к уровню 2019 года. В целом, прирост валютной выручки сложился в сумме 240,2 млн. долларов США.

В отличие от ряда других членов ЕАЭС, в Белоруссии создан более обширный механизм поддержки экспорта [24]. К числу государственных органов, задействованных в данной сфере отношений, относятся:

- Правительство,
- Совет министров,
- Министерство экономики,
- Министерство иностранных дел.

К числу иных организаций, в чьи полномочия входят вопросы, связанные с экспортом сельскохозяйственной продукции, относятся:

- БРУПЭИС «Белэксимгарант»,
- ОАО «Промагролизинг»,
- ИРУП «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен»,
- Белорусская торгово-промышленная палата,
- межправительственные комиссии (комитеты, советы),
- советы делового сотрудничества с зарубежными странами.

В 2016 году Советом Министров Республики Беларусь была принята Национальная программа поддержки и развития экспорта на 2016-2020 годы. Целью этой программы было провозглашено развитие системы

государственной поддержки и субсидирование производителей, осуществляющих свою деятельность в аграрно-промышленном комплексе национальной белорусской экономики, что, в свою очередь, может повысить конкурентоспособность белорусских товаров на общемировом рынке.

В рамках реализации настоящей национальной программы была разработана «дорожная карта», представляющая собой примерный план действий по поддержке и развитию экспорта на период 2016–2020 гг. В части, касающейся экспорта сельскохозяйственной продукции, отражены задачи по координации усилий над достижением уровня качества, который бы позволял проходить необходимую сертификацию в странах и регионах, отнесённых к числу приоритетных рынков сбыта (Европейский Союз, Юго-Восточная Азия и т.д.). Немаловажной задачей выступило также создание достойного имиджа белорусской аграрно-промышленной продукции, поставляемой за рубеж. В числе приоритетных экспортных товаров, которые потенциально могли бы быть наиболее конкурентоспособными за рубежом, были выделены молочная и мясная продукция. Экономические показатели свидетельствуют о том, что в целом программа достаточно хорошо себя показала на практике, поскольку указанные цели по развитию экспортной отрасли, в том числе и в рамках экспорта с/х продукции, оказались достигнуты. Кроме того, многие положения «дорожной карты» из программы 2016–2020 гг. практически без изменений попали в Программу деятельности Правительства Республики Беларусь до 2025 года.

Ещё одним нормативно-правовым актом, регламентирующим сферу экспортных отношений, является Указ Президента Беларуси № 412 от 14 ноября 2019 г. «О поддержке экспорта». Он был издан во исполнение тех обязательств, которые взяла на себя Республика Беларусь при вступлении во Всемирную торговую организацию. К примеру, предусматривается, что правительство Беларуси будет финансировать выставочные мероприятия национальных экспортеров на зарубежных площадках, что потенциально может привлечь инвестиции в белорусскую аграрно-промышленную отрасль. В указе закреплено, что национальные экспортеры могут получить безвозвратную субсидию в размере до 50% от суммы понесенных ими расходов.

Страхование рисков, возникающих в процессе осуществляемой экспортёрами деятельности, а также их кредитование регулируется положениями Указа Президента Республики Беларусь «О содействии развитию экспорта» от 25 августа 2006 г. № 534. Именно этот акт предусматривает создание государственных институтов, реализующих функции в сфере кредитования и страхования экспортной деятельности.

Одним из таких институтов, например, является Банк развития, представляющий собой структурное подразделение ОАО «Промагролизинг». С инициативой создания банка выступили Совет Министров и Национальный банк Республики Беларусь. Банк развития призван обеспечивать финансирование проектов, обладающих высокой социальной значимостью и инвестиционной привлекательностью. Само же ОАО «Промагролизинг» на льготных условиях заключает с сельхозпроизводителями договоры финансового лизинга, предметом которых выступает сельскохозяйственная техника (тракторы, комбайны и т.д.).

Услуги информационного и иного смежного характера оказывает Информационное республиканское унитарное предприятие «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен» Министерства иностранных дел Республики Беларусь. Наиболее важные направления деятельности данной организации включают в себя [7]:

- маркетинговые услуги ;
- международное сотрудничество;
- выставки за рубежом;
- издательская деятельность;
- образовательная деятельность [21];
- обслуживание интернет-портала Export.by.

Широкомасштабную деятельность по поддержке бизнес-сегмента проводит Белорусская торгово-промышленная палата. Она аккумулирует информацию о всех производителях, производящих свои товары на территории республики Беларусь, об их товарах и услугах. Также торгово-промышленная палата ведёт сводный реестр импортёров, производит аналитические обзоры состояния рыночной конъюнктуры в том или ином регионе [11].

В составе торгово-промышленной палаты существует несколько органов, наиболее важным из которых является предприятие «БЕЛИН-ТЕРЭКСПО», функционирующее в области материального обеспечения выставок продукции национальных производителей на зарубежных выставочных площадках. К слову, именно это предприятие занимается организацией выставок зарубежных производителей на внутрибелорусских площадках.

Резюмируя, выстроенная на данный момент в Беларуси система по поддержке экспорта сельскохозяйственной продукции полностью отвечает и потребностям большинства экспортёров, и целям государственного совершенствования белорусского экспорта. Нарастивание объемов экспорта

благоприятным образом отражается на состоянии национальной экономики, что, в свою очередь, предопределяет всестороннее развитие отрасли АПК в Республике Беларусь.

Армения. Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики Армении. Оно представляет значимость не столько и не только как сфера, обеспечивающая создание определенной добавленной стоимости, а, в первую очередь, как сфера, от качества и уровня развития которой зависит продовольственная безопасность населения, уровень жизни и возможности развития сельских населенных пунктов, состояние здоровья и безопасность людей, выбор мест и условий их проживания, а также качество и продолжительность жизни населения. Так, согласно сведениям Евразийской экономической комиссии за период с января по декабрь 2020 года экспорт товаров группы «Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье» из Армении составил 328 919 957 долл. США в стоимостном эквиваленте.

На территории Армении существует и функционирует ряд институтов, определяющих вектор развития экспорта сельскохозяйственной продукции. К ним, в частности, относятся:

- Министерство экономического развития и инвестиций Республики Армения,
- Министерство экономики Республики Армения,
- СЗАО «Экспортное страховое агентство Армении»,
- Фонд «Бизнес Армения».

Базовым документом для развития экспорта продукции, произведенной в Армении, является «Стратегия экспортоориентированной промышленной политики Армении» («The Strategy of Export-Led Industrial Policy of RA»). Генеральными задачами экспортной стратегии Армении выступают образование новых отраслей экономики, которые способны производить конкурентоспособные для внешних рынков товары, совершенствование законодательной базы в части поддержки конкуренции и государственного субсидирования, привлечение внимания зарубежных инвесторов [20].

Поддержкой всей сферы экспорта, в том числе сельскохозяйственного, в Армении занимается Министерство экономики Республики Армения. На сегодняшний момент в структуре министерства находятся 28 различных подразделений и 1 подведомственный орган.

К компетенции СЗАО «Экспортное страховое агентство Армении» отнесено страхование экспорта. Данное агентство было образовано для создания страховых гарантий в отношении продукции, экспортируемой

из республики. В частности, СЗАО «Экспортное страховое агентство Армении» помимо страхования предоставляет финансирование местным экспортёрам на льготных условиях по сравнению с теми, что предлагают частные банки. Перечень услуг предусматривает беспроцентную рассрочку платежа от 1 до 6 месяцев, а страховое покрытие может достигать 95% от общей стоимости экспортного контракта. Финансирование может осуществляться как национальной армянской валютой, так и долларами США, евро, рублями [9]. К числу страховых рисков, которые могут учитываться агентством, отнесены не только сугубо экономические, включающие в себя форс-мажор, неплатёжеспособность и проч., но и политические, предполагающие возникновение неблагоприятных политических событий в стране-импортёре, которые негативным образом влияют на внешнюю торговлю. К примеру, это могут быть меры государств, ограничивающие платёжные операции, революции, войны и т.д.

Активно содействует развитию экспорта в Армении Фонд «Бизнес Армении». Он также был создан Правительством государства для повышения благосостояния страны путем поддержки малого и среднего бизнеса. Как и упоминаемые ранее институты, в число задач фонда также входит создание условий для развития здоровой конкуренции, поддержка экспорта, в том числе сельскохозяйственного. Но главной целью фонда является экономико-правовая поддержка местных предпринимателей.

Все товары, экспортируемые из Армении за пределы ЕАЭС, подлежат таможенному декларированию. Поскольку у Армении нет границ с другими государствами-членами ЕАЭС, сухопутные и морские перевозки осуществляются через процедуры таможенного транзита [10].

Государства-члены ЕАЭС заключили отдельные соглашения по экспортным пошлинам, в соответствии с которыми каждое государство-член организации устанавливает собственный список товаров, к которым могут применяться данные пошлины [13]. В течение последних двух лет применяемая в Армении ставка экспортных пошлин на все товары была нулевой. Экспортируемые товары освобождены от уплаты НДС и акцизного налога. Армения не предоставляет экспортные субсидии на сельскохозяйственные товары [29].

В июне 2011 года Армения приняла закон «О свободных экономических зонах» (далее - СЭЗ) и к концу того же года разработала несколько нормативных актов для привлечения иностранных инвестиций в СЭЗ с помощью различных стимулов. В настоящее время в стране действуют три свободные экономические зоны [17].

Армения пользуется Всеобщей системой преференций плюс (далее - ВСП+) в торговле с Европейским союзом [18]. Это позволяет ей экспортировать в страны ЕС более 7 тысяч товаров на льготных условиях: для 3 300 наименований действует нулевая ставка, а для 3 900 наименований - пониженная ставка. Кроме того, Всеобщая система преференций (далее - ВСП) действует в отношениях Армении с такими странами-партнерами как Канада, Норвегия, США, Швейцария и Япония [26].

Сложившаяся система поддержки экспорта в Республике Армения в целом удовлетворяет современным требованиям и тем задачам, которые перед ней поставлены. Однако в силу того, что она стала образовываться лишь недавно, ещё имеются недостатки, ликвидация и устранение которых должно стать приоритетной целью национального правительства.

Казахстан. Казахстан - агроиндустриальная страна, в которой сельское хозяйство является сферой жизнедеятельности основной части населения. В сельской местности сегодня проживает сорок три процента населения, и от степени развития сельскохозяйственного производства во многом зависит жизненный уровень не только тех, кто работает здесь, но и тех, кто в той или иной мере связан с этим рынком. С уровнем развития сельхозпроизводства тесно связано благосостояние большинства казахстанцев [28].

В 2020 году согласно сведениям Евразийской экономической комиссии Казахстан оказался лидером в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) по росту производства сельскохозяйственной продукции. Прирост производства сельскохозяйственной продукции в январе - декабре 2020 года по сравнению с аналогичным периодом 2019 года оказался больше на 5,6%.

Основной прирост объемов экспорта произошел за счет расширения поставок пшеницы, ячменя и семян льна. Основными рынками сбыта данных сельскохозяйственных товаров являются страны СНГ (в первую очередь Узбекистан и Таджикистан) и некоторые страны дальнего зарубежья (такие как Китай, Исламская Республика Иран, Бельгия, Италия и Афганистан). Из числа стран ЕАЭС основными странами-импортерами являются Российская Федерация и Кыргызстан [24].

В рамках поддержки внешнеторговой деятельности, предметом которой выступает аграрно-промышленная продукция, в Республике Казахстан действуют институты, аналогичные описанным ранее в Армении и Беларуси. В их числе: Министерство торговли и интеграции; АО «Банк Развития Казахстана», АО «Аграрная кредитная корпорация», АО «Экспортная страховая компания «KazakhExport», Национальная палата предпринимателей РК «Атамекен».

Важнейшим документом, определяющим генеральные цели по совершенствованию казахского экспорта, выступает «Национальная экспортная стратегия Республики Казахстан», принятая Постановлением Правительства Республики Казахстан от 26 августа 2017 года. Именно этот акт предопределяет планы по развитию национального экспорта на период 2018-2022 гг. в наиболее конкурентоспособных отраслях экономики. В национальной экспортной стратегии зафиксировано, что выполнение заложенных задач и предусмотренных целей может помочь кардинальным образом перестроить национальную экономику, системообразующим звеном которой на сегодняшний день, как и в России, является сырьевой экспорт.

К примеру, планируется, что число продуктов, поставляемых на внешние рынки, будет год за годом увеличиваться, повышая имидж продукции Казахстана за рубежом и привлекая новые инвестиции в казахстанскую экономику. В числе других предложений указаны повышение доли продукции с высокой добавленной стоимостью, применение новых технологий в производственных процессах и т.д. [14].

Касаемо развития экспорта аграрно-промышленной продукции был принят профильный акт - Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы. В программе отмечается, что к 2021 году планируется достичь увеличения объема экспорта продовольственных товаров на 600,0 млн. долл. США к уровню 2015 года (до 1,5 млрд. долл.).

Анализ программных актов в сфере сельского хозяйства Республики Казахстан позволяет выделить ряд наиболее приоритетных стран и регионов для поставок подобной продукции. Наиболее часто в их числе фигурируют ЕАЭС, СНГ, Китай, Иран, страны Средней Азии, Персидского залива и Европы.

После административных преобразований в 2019 году полномочия по развитию экспорта сельхозпродукции сосредоточились в Министерстве торговли и интеграции Республики Казахстан. В своей деятельности данное министерство опирается на «Дорожную карту по продвижению экспорта несырьевых товаров и услуг». В целом, данная дорожная карта содержит те же цели и задачи, что были описаны в ранее упомянутых программных документах. Это, например, расширение ассортимента поставляемых товаров, улучшение их качества, нивелирование барьеров для доступа товаропроизводителей на внешние рынки. Также предполагается развитие нефинансовых мер в области совершенствования экспорта.

Страховой и финансовой поддержкой экспортеров в Республике Казахстан занимается АО «Экспортная страховая компания «KazakhExport».

Данное акционерное общество представляет собой единственную на территории Республики Казахстан организацию, которая осуществляет функции кредитования экспортёров. Число оказываемых услуг довольно разнообразно [25]. Это, в частности, страхование рисков в сфере кредитования экспортёров, торговое финансирование экспорта, предварительное экспортное финансирование. В связи со спецификой задач «KazakhExport» нормативно запрещено быть оператором по продвижению экспорта.

По аналогии с Республикой Беларусь в Республике Казахстан был создан АО «Банк Развития Казахстана», занимающийся обеспечением финансовых потребностей экспортеров на более льготных условиях, чем те, которые предлагаются частными банковскими организациями. Клиенты АО «Банк Развития Казахстана» используют его возможности для финансового обеспечения инвестиционных проектов, получения беспроцентных займов для покрытия расходов на поставки казахстанской продукции за рубеж и т.д.

Следующей организацией, финансово обеспечивающей потребностью экспортёров аграрно-промышленной продукции, является АО «Аграрная кредитная корпорация». В рамках своей деятельности она предлагает потребителям услугу под названием «Агроэкспорт». Суть её сводится к кредитованию проектов, имеющих экспортный потенциал, в том числе через банки второго уровня, кредитные товарищества и лизинговые компании.

Из числа государственных органов неоченимый вклад в развитие экспортного потенциала Республики Казахстан вносит Министерство иностранных дел Республики Казахстан. С помощью дипломатических механизмов и инструментов министерство осуществляет помощь экспортёрам, косвенно содействуя в продвижении их продукции на внешних рынках. Торгово-экономическая дипломатия позволяет создать договорённости с нужными странами и регионами, увеличив товарооборот и повысив благосостояние. Например, постоянно создаются межправительственные комиссии и советы, на которых обсуждается торговое сотрудничество разных стран. Для координации единой казахстанской политики в сфере экспорта сельхозпродукции министерство иностранных дел подписывает профильные соглашения с иными органами исполнительной власти Республики Казахстан. Это позволяет разрабатывать совместные планы и повышать эффективность внешнеэкономической деятельности Казахстана.

Можно констатировать, что в целом построенная система поддержки экспорта казахстанской сельхозпродукции является довольно эффективным инструментом для поддержания функционирования экспортных отношений.

Кыргызская Республика. Следующей рассматриваемой страной является Кыргызия. Сельское хозяйство - это ведущая отрасль экономики Кыргызии. В этом секторе занята большая часть трудоспособного населения страны. Наличие крестьянских и фермерских хозяйств обусловили развитие сельского сектора экономики Кыргызии.

В основном, в сельском хозяйстве Кыргызии доминирует выращивание зерновых культур. По данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики по итогам 2020 года в целом по республике отмечался рост основных видов сельскохозяйственных культур. Намолочено более 1,8 млн. тонн зерна (без зернобобовых, риса и гречихи, в весе после доработки), что по сравнению с предыдущим годом на 4,2 процента больше. В 2020 году намолочено 629 тыс. тонн пшеницы, что по сравнению с 2019 годом на 4,6 процента больше и 510 тыс. тонн ячменя, или на 9,5 процента больше.

Стратегическое планирование и иные полномочия в сфере экспортно-ориентированной деятельности в Кыргызской Республике осуществляет Министерство экономики Кыргызской Республики. К числу первоочередных задач министерства отнесены:

- внедрение эффективных мер ведения экспортно-импортной деятельности;
- стимулирование местных сельхозпроизводителей;
- повышение качества и конкурентоспособности отечественных товаров.

Тенденция издания программных актов, закрепляющих основные направления развития сфер сельского хозяйства и экспорта сельхозпродукции, имеется и в Кыргызской Республике. Одним из таких документов является «Национальная стратегия развития Кыргызской Республики на 2018-2040 годы». Стратегией определены планы по созданию крупных сельскохозяйственных предприятий, чья продукция будет отвечать передовым мировым стандартам качества, что создаст определенные конкурентные преимущества по сравнению с аналогичными продуктами производителей из иных стран и регионов мира. Как и в других странах ЕАЭС, стратегией предусмотрено создание механизмов финансовой поддержки экспортёров (страховые услуги, льготное кредитование и т.д.).

Ещё одним актом программного характера, действующим в Кыргызстане, считается Программа развития Кыргызской Республики на период 2018-2022 гг. «Единство, доверие, созидание». В ней закреплено, что наиболее приоритетным и коммерчески успешными регионами для кыргызских экспортёров признаются страны-члены ЕАЭС, Китай, Индия,

страны Ближнего Востока, страны Евросоюза. Также отмечается, что для наращивания экспортного потенциала необходимо увеличивать долю производимых товаров из экологически чистого сырья. Помимо всего прочего, программной целью признано привлечение средств для лизинга технологического оборудования.

Программа включает в себя положения о развитии четырех наиболее приоритетных секторов национальной экономики, к числу которых также отнесена сельскохозяйственная отрасль. Предусмотрено, что для развития агропромышленного экспорта необходимо направить усилия на повышение объемов производства в сферах молочной переработки, выращивания овощей и фруктов, поскольку именно такие продукты имеют устойчивый спрос у зарубежных потребителей. В рамках отрасли АПК в программе особо выделяются следующие кросс-отраслевые секторы [27]:

- 1) инфраструктура качества;
- 2) доступ к финансам;
- 3) стимулирование экспорта.

Предприятия, чья деятельность осуществляется именно в этой сфере, в приоритетном порядке могут получить помощь у государства в виде необходимых субсидий, льготного кредитования, страхования рисков, связанных с экспортной деятельностью и т.д.

Что касается экспорта сельхозпродукции, то этим направлением всецело занимается профильный орган - Агентство по продвижению и защите инвестиций Кыргызской Республики, выполняющее функции по реализации государственной политики в области инвестиций, экспорта и государственно-частного партнерства. Если рассматривать деятельность агентства через сложившуюся вертикаль власти, то можно заметить, что оно подотчетно Премьер-министру Кыргызской Республики. Агентство также работает над внедрением механизма государственно-частного партнерства в экспортноориентированную деятельность. Как и аналогичные органы, созданные и функционирующие в иных странах-членах ЕАЭС, агентство непосредственно оказывает помощь товаропроизводителям, ориентированным на внешние рынки.

Количественные ограничения, запреты экспорта агропродовольственной продукции в Кыргызстане не используются за исключением запрета на вывоз алкогольной и табачной продукции физическими лицами в объеме, превышающем 5 литров алкогольной продукции или 250 граммов табака на одно лицо старше 18 лет.

По сравнению с фаворитами национальной экспортной поддержки сельхозпроизводителей в ЕАЭС меры, имеющиеся в распоряжении Кыр-

гызской Республики, пока слабо соответствуют реалиям сложившихся внешнеторговых стандартов. Между тем, принятые нормативные акты при условии их чёткой реализации способны в значительной мере стимулировать деятельность местных сельхозпроизводителей.

Обсуждение

Рассматривая политику проведения и поддержки экспорта продукции АПК в ЕАЭС в целом, то можно также выделить несколько очевидных тенденций, имеющих на настоящий момент. Во-первых, уровень развития систем поддержки в каждом конкретном государстве сильно отличается друг от друга. В числе основных различий – количество институтов поддержки, их характер, компетенции и полномочия. Ряд стран имеет довольно развитые системы поддержки, которые отвечают общемировым стандартам и тем требованиям, которые предъявляются в рамках интеграционного образования ЕАЭС. К этой категории можно отнести Российскую Федерацию, Республику Беларусь и Республику Казахстан. Институциональные системы поддержки экспорта сельхозпродукции, созданные в Армении и Кыргызстане в целом также отвечают предъявляемым требованиям, которые предъявляются в рамках интеграционного образования ЕАЭС, однако по ряду причин всё ещё нуждаются в дальнейшей доработке для увеличения эффективности осуществления экспортных процедур. Во-вторых, еще велика доля сырьевого экспорта. Иными словами, экспортёры стран ЕАЭС зачастую поставляют на зарубежные рынки не готовую продукцию, а лишь сельскохозяйственное сырьё (зерновые культуры, фрукты, овощи, рыбу, мясо и т.д.). В свою очередь, зарубежные производители, переработав поставленное сырьё, «возвращают» на рынки ЕАЭС уже готовую продукцию. По мнению многих исследователей [8, 13, 15, 20, 26, 29], сырьевая торговля имеет более низкие перспективы по сравнению с торговлей уже готовой продукцией. Поэтому перспективы роста экспорта напрямую зависят от комплексного развития сельскохозяйственной отрасли и отрасли переработки созданного ею сырья.

Результатами анализа государственной поддержки экспорта сельскохозяйственной продукции в странах ЕАЭС можно выделить следующие особенности:

1. В странах ЕАЭС различен уровень экспортного национального законодательства, хотя в рамках интеграционного объединения и существует общий законодательный «знаменатель». Гармонизация экспортного законодательства более всего развита в России, Беларуси и Казахстане. Стратегические ориентирование в области государственного регулирования

сельскохозяйственной продукции более всего развито в Казахстане. Более развитые инструменты поддержки экспорта представлены в России.

2. Следует отметить, так же различный уровень финансирования поддержки экспорта в странах ЕАЭС и различный инструментарий реализации поддержки. В России, Белоруссии, Казахстане происходит сближение инструментов государственной поддержки экспорта (государственные банки развития, экспортные центры). В Армении и Кыргызской Республике пока подобные инструменты находятся на стадии развития.

3. В странах ЕАЭС присутствует различное количество финансовых инструментов, которыми государства могут воспользоваться при субсидировании экспорта сельскохозяйственной продукции. Так же и различны объемы субсидий в каждом из государств интеграционного объединения. Количество инструментов финансирования экспорта более всего развито в России и Беларуси.

Заключение

На протяжении всего существования ЕАЭС как комплексного интеграционного образования вопрос о развитии аграрно-промышленного сектора всегда был на повестке дня. Цели единой интеграционной политики ЕАЭС в области сельского хозяйства разнообразны. К наиболее важным из них следует отнести поддержку сельхозпроизводителей, создание условий здоровой конкуренции, наращивание объемов производства и объемов экспорта.

Кроме того, единая политика в данной сфере потенциально способна разрешить следующие задачи: гармонизировать требования, предъявляемые к сельскохозяйственной продукции; обеспечить соблюдение законных интересов сельхозпроизводителей; способствовать продвижению продукции сельхозпроизводителей на внешние рынки. Договором о ЕАЭС определены следующие направления межгосударственного взаимодействия и сотрудничества в сфере агропромышленного комплекса: прогнозирование в агропромышленном комплексе; государственная поддержка сельского хозяйства; регулирование общего аграрного рынка; формирование единых требований в сфере производства и обращения продукции; развитие экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия.

В рамках развития ЕАЭС предусмотрены обязательства для стран-участниц по обмену собственными стратегиями развития аграрно-промышленного комплекса, организации профильных мероприятий по разработке плана координированных действий. Это может стать основой для развития национальных рынков сельхозпродукции внутри ЕАЭС и, как следствие,

повысить интерес иностранных потребителей к такой продукции, что благоприятно отразится на экспортных отношениях.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Жилияков Д.И. Роль государства в повышении эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций // Экономические науки. 2021. №1(194). С. 74-77. <https://doi.org/10.14451/1.194.74>
2. Котляров И.Д. Развитие экспорта российской сельскохозяйственной продукции на основе сетевого сотрудничества в АПК // Экономика сельского хозяйства России. 2018. №2. С. 76-84. <https://doi.org/10.32651/2070-0288-2018-2-76-84>
3. Миндлин Ю.Б. АПК России на примере кластеров агропродовольственного комплекса в аспекте экспорта продукции // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2021. № 5. С. 51-56. <https://doi.org/10.37882/2223-2974.2021.05.24>
4. Никулина Ю.Н., Паюрова Е.Н., Шик О.В., Янбых Р.Г. Формы господдержки производителей молока и их эффективность для развития отрасли // АПК: Экономика, управление. 2021. №5. С. 57-67. <https://doi.org/10.33305/215-57>
5. Светлов Н.М. Как улучшить планирование Федерального проекта «Экспорт продукции АПК» // АПК: Экономика, управление. 2020. №10. С. 41-50. <https://doi.org/10.33305/2010-41>
6. Шик О.В., Серова Е.В., Янбых Р.Г. Исследование системы бюджетной поддержки аграрного сектора в России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2020. №2. С. 145-167. <https://vgmu.hse.ru/2020--2/371812621.html>
7. Abbas S., Waheed A. Pakistan's potential export flow: the gravity model approach // Journal of Developing Areas, 2015, vol. 49, no. 4, pp. 367-378. <https://doi.org/10.1353/jda.2015.0135>
8. An L., Hu C., Tan Y. Regional effects of export tax rebate on exporting firms: Evidence from China // Review of International Economics, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 774-798. <https://doi.org/10.1111/roie.12284>
9. Arzhantsev S.A., Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V. Scientific and technological development of the AIC of EAEU members based on the Eurasian agricultural technological platform // Econ Lab Manage Agric, 2019, no. 1, pp. 26-34. <https://doi.org/10.33938/191-26>

10. Baciorek S., Prus B. Infrastructure development and its influence on agricultural land and regional sustainable development // *Ecological Informatics*, 2018, vol. 44, pp. 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.02.001>
11. Bogoviz A. Transforming the agricultural sector for better sustainable development: Perspectives from Russia as a member state of the Eurasian economic union // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 274(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/274/1/012001>
12. Borisova O., Abramova L., Zageeva L., Popkova E., Morozova I., Litvinova T. Role of agricultural clusters in provision of food security // *European Research Studies Journal*, 2015, vol. 18, no. 3, pp. 287-298. <https://doi.org/10.35808/ersj/472>
13. Elkin I.V. Approach to assessing the region's export potential development impact on wealth growth of its population // *Irkutsk State Economics Academy*, 2008, no. 4 (60), pp. 41-44.
14. Epifanova T., Romanenko N., Mosienko T., Skvortsova T., Kupchinskiy A. Modernization of institutional environment of entrepreneurship in Russia for development of innovation initiative in small business structures // *European Research Studies Journal*, 2015, vol. 18, no. 3, pp. 137-148. <https://doi.org/10.35808/ersj/461>
15. Gu J., Renwick N., Xue L. The BRICS and Africa's search for green growth, clean energy and sustainable development // *Energy Policy*, 2018, vol. 120, pp. 675-683. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.028>
16. Kilelu C.W., Klerkx L., Leeuwis C. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: Contributions and tensions in a smallholder dairy development programme // *Agricultural Systems*, 2013, vol. 118, pp. 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.03.003>
17. Krugman P. Space: The final frontier // *Journal of Economic Perspectives*, 1998, vol. 12, no. 2, pp. 161-174. <https://doi.org/10.1257/jep.12.2.161>
18. Mikhaylov A.S. Socio-spatial dynamics, networks and modelling of regional milieu // *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2018, vol. 5, no. 4, pp. 1020-1030. [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(22\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(22))
19. Nechaev V.I., Arzhantsev S.A. Concept of the development of the agricultural technological platform of the EAEU member states // *Econ Russ Agric*, 2018, no. 7, pp. 85-92. <https://doi.org/10.32651/2070-0288-2018-7-85-92>
20. Paptsov A., Nechaev V., Mikhailushkin P. Towards a single innovation space in the agrarian sector of the member states of the Eurasian economic union: A case study // *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 637-648. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.1\(45\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.1(45))
21. Plotnikov V., Nikitin Y., Maramygin M., Ilyasov R. National food security under institutional challenges (Russian experience) // *International Journal of*

- Sociology and Social Policy, 2021, vol. 41, no. 1-2, pp. 139-153. <https://doi.org/10.1108/IJSSP-03-2020-0074>
22. Popkova E., Litvinova T., Saveleva N., Sarakhmanova V., Popova T., Mayer S. Problems and perspectives of formation of agricultural clusters for increasing food security of developing countries // *European Research Studies Journal*, 2015, vol. 18, no. 3, pp. 177-186. <https://doi.org/10.35808/ersj/464>
 23. Romanko E.B., Musabekova A.O. Development of transport logistics in republic of Kazakhstan // *Bulletin of the Karaganda University*, 2014, vol. 2(74), pp. 142-148.
 24. Shah S.H., Raja I.A., Rizwan M., Rashid N., Mahmood Q., Shah F.A., Pervez A. Potential of microalgal biodiesel production and its sustainability perspectives in Pakistan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 81, pp. 76-92. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.044>
 25. Shatkovskaya T.V., Solonchenko A.A., Emirsultanov Y.A., Naumenko Y.A. Leading governments' legal initiatives of innovational development in the sphere of commercialization of intellectual products // *European Research Studies Journal*, 2017, vol. 20, no. 3, pp. 432-442. <https://doi.org/10.35808/ersj/798>
 26. Skvortsova T.A., Denisova I.P., Romanenko N.G., Sukhovenko A.V. Innovations and support for quality in agriculture: A case study // *European Research Studies Journal*, 2018, vol. 21, Special Issue 1, pp. 423-431. <https://doi.org/10.35808/ersj/1192>
 27. Skvortsova T.A., Kolesnikov Y.A., Mosienko T.A., Romanenko N.G. The formation of authorized capital in economic organizations // *European Research Studies Journal*, 2017, vol. 20, no. 3B, pp. 369-378. <https://www.ersj.eu/dmdocuments/2017-xx-3-b-33.pdf>
 28. Skvortsova T.A., Nikitina A.A., Pasikova T.A., Tagaev A.V. Concepts and criteria for the classification of small and medium-sized business in Russia // *International Journal of Economics and Business Administration*, 2019, vol. 7, Special Issue 1, pp. 417-425. <https://doi.org/10.35808/ijeba/287>
 29. Umirzakov S.Y., Nauryzbayev A.Z., Bukharbayeva A.Z., Bekesheva D.A., Oralbayeva A.K. Assessment of the supply chain management and problems of agricultural production development and marketing in Kazakhstan // *International Journal of Supply Chain Management*, 2019, vol. 8, no. 3, pp. 256-265. <https://core.ac.uk/download/pdf/230742404.pdf>

References

1. Zhilyakov D.I. *Ekonomicheskie nauki*, 2021, no. 1(194), pp. 74-77. <https://doi.org/10.14451/1.194.74>
2. Kotlyarov I.D. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*, 2018, no. 2, pp. 76-84. <https://doi.org/10.32651/2070-0288-2018-2-76-84>

3. Mindlin Yu.B. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo*, 2021, no. 5, pp. 51-56. <https://doi.org/10.37882/2223-2974.2021.05.24>
4. Nikulina Yu.N., Payurova E.N., Shik O.V., Yanbykh R.G. *APK: Ekonomika, upravlenie*, 2021, no. 5, pp. 57-67. <https://doi.org/10.33305/215-57>
5. Svetlov N.M. *APK: Ekonomika, upravlenie*, 2020, no. 10, pp. 41-50. <https://doi.org/10.33305/2010-41>
6. Shik O.V., Serova E.V., Yanbykh R.G. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya*, 2020, no. 2, pp. 145-167. <https://vgmu.hse.ru/2020--2/371812621.html>
7. Abbas S., Waheed A. Pakistan's potential export flow: the gravity model approach. *Journal of Developing Areas*, 2015, vol. 49, no. 4, pp. 367-378. <https://doi.org/10.1353/jda.2015.0135>
8. An L., Hu C., Tan Y. Regional effects of export tax rebate on exporting firms: Evidence from China. *Review of International Economics*, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 774-798. <https://doi.org/10.1111/roie.12284>
9. Arzhantsev S.A., Nechaev V.I., Mikhailushkin P.V. Scientific and technological development of the AIC of EAEU members based on the Eurasian agricultural technological platform. *Econ Lab Manage Agric*, 2019, no. 1, pp. 26-34. <https://doi.org/10.33938/191-26>
10. Bacior S., Prus B. Infrastructure development and its influence on agricultural land and regional sustainable development. *Ecological Informatics*, 2018, vol. 44, pp. 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.02.001>
11. Bogoviz A. Transforming the agricultural sector for better sustainable development: Perspectives from Russia as a member state of the Eurasian economic union. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 274(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/274/1/012001>
12. Borisova O., Abramova L., Zageeva L., Popkova E., Morozova I., Litvinova T. Role of agricultural clusters in provision of food security. *European Research Studies Journal*, 2015, vol. 18, no. 3, pp. 287-298. <https://doi.org/10.35808/ersj/472>
13. Elkin I.V. Approach to assessing the region's export potential development impact on wealth growth of its population. *Irkutsk State Economics Academy*, 2008, no. 4 (60), pp. 41-44.
14. Epifanova T., Romanenko N., Mosienko T., Skvortsova T., Kupchinskiy A. Modernization of institutional environment of entrepreneurship in Russia for development of innovation initiative in small business structures. *European Research Studies Journal*, 2015, vol. 18, no. 3, pp. 137-148. <https://doi.org/10.35808/ersj/461>

15. Gu J., Renwick N., Xue L. The BRICS and Africa's search for green growth, clean energy and sustainable development. *Energy Policy*, 2018, vol. 120, pp. 675-683. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.028>
16. Kilelu C.W., Klerkx L., Leeuwis C. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: Contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agricultural Systems*, 2013, vol. 118, pp. 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.03.003>
17. Krugman P. Space: The final frontier. *Journal of Economic Perspectives*, 1998, vol. 12, no. 2, pp. 161-174. <https://doi.org/10.1257/jep.12.2.161>
18. Mikhaylov A.S. Socio-spatial dynamics, networks and modelling of regional milieu. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2018, vol. 5, no. 4, pp. 1020-1030. [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(22\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(22))
19. Nechaev V.I., Arzhantsev S.A. Concept of the development of the agricultural technological platform of the EAEU member states. / *Econ Russ Agric*, 2018, no. 7, pp. 85-92. <https://doi.org/10.32651/2070-0288-2018-7-85-92>
20. Paptsov A., Nechaev V., Mikhailushkin P. Towards a single innovation space in the agrarian sector of the member states of the Eurasian economic union: A case study. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 637-648. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.1\(45\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.1(45))
21. Plotnikov V., Nikitin Y., Maramygin M., Ilyasov R. National food security under institutional challenges (Russian experience). *International Journal of Sociology and Social Policy*, 2021, vol. 41, no. 1-2, pp. 139-153. <https://doi.org/10.1108/IJSSP-03-2020-0074>
22. Popkova E., Litvinova T., Saveleva N., Sarakhmanova V., Popova T., Mayer S. Problems and perspectives of formation of agricultural clusters for increasing food security of developing countries. *European Research Studies Journal*, 2015, vol. 18, no. 3, pp. 177-186. <https://doi.org/10.35808/ersj/464>
23. Romanko E.B., Musabekova A.O. Development of transport logistics in republic of Kazakhstan. *Bulletin of the Karaganda University*, 2014, vol. 2(74), pp. 142-148.
24. Shah S.H., Raja I.A., Rizwan M., Rashid N., Mahmood Q., Shah F.A., Pervez A. Potential of microalgal biodiesel production and its sustainability perspectives in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, vol. 81, pp. 76-92. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.044>
25. Shatkovskaya T.V., Solonchenko A.A., Emirsultanov Y.A., Naumenko Y.A. Leading governments' legal initiatives of innovational development in the sphere of commercialization of intellectual products. *European Research Studies Journal*, 2017, vol. 20, no. 3, pp. 432-442. <https://doi.org/10.35808/ersj/798>

26. Skvortsova T.A., Denisova I.P., Romanenko N.G., Sukhovenko A.V. Innovations and support for quality in agriculture: A case study. *European Research Studies Journal*, 2018, vol. 21, Special Issue 1, pp. 423-431. <https://doi.org/10.35808/ersj/1192>
27. Skvortsova T.A., Kolesnikov Y.A., Mosienko T.A., Romanenko N.G. The formation of authorized capital in economic organizations. *European Research Studies Journal*, 2017, vol. 20, no. 3B, pp. 369-378. <https://www.ersj.eu/dm-documents/2017-xx-3-b-33.pdf>
28. Skvortsova T.A., Nikitina A.A., Pasikova T.A., Tagaev A.V. Concepts and criteria for the classification of small and medium-sized business in Russia. *International Journal of Economics and Business Administration*, 2019, vol. 7, Special Issue 1, pp. 417-425. <https://doi.org/10.35808/ijeba/287>
29. Umirzakov S.Y., Nauryzbayev A.Z., Bukharbayeva A.Z., Bekesheva D.A., Oralbayeva A.K. Assessment of the supply chain management and problems of agricultural production development and marketing in Kazakhstan. *International Journal of Supply Chain Management*, 2019, vol. 8, no. 3, pp. 256-265. <https://core.ac.uk/download/pdf/230742404.pdf>

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Аксенов Илья Антонович, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственное право и управление таможенной деятельностью *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*
ул. Горького, 87, г. Владимир, 600000, Российская Федерация
il_aks@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Ilya A. Aksenov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of State Law and Management of Customs Activities *Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov*
87, Gorky Str., Vladimir, 600000, Russian Federation
Il_aks@mail.ru
SPIN-code: 4145-4764
ORCID: 0000-0003-0541-327X
ResearcherID: O-6110-2017
Scopus Author ID: 57216752275

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ

SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-297-315

УДК 796.5-049.5:613.7

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ АРКТИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ОСНОВЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АДАПТАЦИИ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ

*В.В. Чистова, Е.А. Логунова, К.О. Пашинская, Е.М. Рыжикова,
Е.Д. Романова, А.Г. Васильев, А.Н. Удалов*

В статье проведен анализ литературных источников по вопросу организации туристической безопасности здоровья в Арктике. Арктические территории РФ обладают потенциалом и перспективой развития туризма. Часть лиц, пребывающих с целью туризма в условиях Арктики имеют высокую степень уязвимости к действию природных факторов среды даже при создании комфортных условий, которая определяется при оценке уровня состояния здоровья и адаптационного потенциала организма. В условиях Арктики возникает угроза безопасности здоровью, которая выражается ухудшением функционального состояния и обострением хронических заболеваний. Приведены методы оценки психофункционального состояния организма человека в условиях Арктики, позволяющие выявить ранние нарушения адаптации и определить особенности хронических заболеваний. Делается вывод о необходимости, с позиции комплексного подхода, изучить уровень состояния здоровья туристов и разработать программу, которая будет препятствовать развитию дезадаптации и сопряженных с ней патологи-

ческих состояний. Поддержание исходного уровня здоровья и профилактика развития дезадаптации и сопряженных с ней патологических состояний способствует обеспечению безопасности здоровья при нахождении туриста на территориях, входящих в состав Приарктической и Арктической зоны Российской Федерации.

Ключевые слова: Арктика; экстремальность Приарктических территорий; экстремальность Арктических территорий; Арктический туризм; акклиматизация; адаптация организма; экстремальные климато-географические факторы среды; Арктическая профилактическая медицина

Для цитирования. Чистова В.В., Логунова Е.А., Пашинская К.О., Рыжикова Е.М., Романова Е.Д., Васильев А.Г., Удалов А.Н. Эффективное управление безопасностью арктического туризма на основе медико-биологических прогностических моделей адаптации к экстремальным условиям // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 297-315. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-297-315

EFFECTIVE MANAGEMENT OF ARCTIC TOURISM SAFETY BASED ON BIOMEDICAL PREDICTIVE MODELS OF ADAPTATION TO EXTREME CONDITIONS

**V.V. Chistova, E.A. Logunova, K.O. Pashinskaya, E.M. Ryzhikova,
E.D. Romanova, A.G. Vasiliev, A.N. Udalov**

The article analyzes the literature on the organization of tourist health safety in the Arctic. The Arctic territories of the Russian Federation have the potential and prospects for the development of tourism. Some people staying for the purpose of tourism in the Arctic have a high degree of vulnerability to the action of natural environmental factors even when creating comfortable conditions, which is determined when assessing the level of health and the adaptive potential of the body. In the Arctic, there is a threat to health safety, which is expressed by a deterioration in the functional state and exacerbation of chronic diseases. Methods for assessing the psycho-functional state of the human body in the Arctic are presented, which make it possible to identify early adaptation disorders and determine the characteristics of chronic diseases. It is concluded that it is necessary, from the standpoint of an integrated approach, to study the level of health of tourists and develop a program that will prevent the development of maladjustment and associated pathological conditions. Maintaining the

initial level of health and preventing the development of maladjustment and associated pathological conditions will contribute to ensuring health safety when a tourist is in the territories that are part of the Arctic and Arctic zones of the Russian Federation.

Keywords: *Arctic; extremality of the Arctic territories; Arctic tourism, acclimatization; adaptation of the body; extreme climatic and geographical factors of the environment; Arctic preventive medicine*

For citation. *Chistova V.V., Logunova E.A., Pashinskaya K.O., Ryzhikova E.M., Romanova E.D., Vasiliev A.G., Udalov A.N. Effective Management of Arctic Tourism Safety Based on Biomedical Predictive Models of Adaptation to Extreme Conditions. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 297-315. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-297-315*

Регионы, территории которых входят в состав Арктической и Приарктической зоны России обладают значительным потенциалом для развития многих видов туризма: культурно-исторического, этнографического, экологического, активного природного, маршрутного. Программа по продвижению Арктического туризма обозначена в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» (указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645) [11].

Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики в области туризма поставила своей целью к 2035 году увеличить турпоток в Арктику в три раза. 29 мая 2021 года Ростуризм выступил с инициативой разработать международные стандарты и системы стандартной классификации для туризма в Арктической зоне.

Ученые, такие как Н.М. Бызова, Ю.Г. Гаврилов, К.С. Зайков, Л.О. Зелюткина, А.В. Карпова, Е.М. Коростелев, В.С. Кузнецов, Ю.Ф. Лукин, Е.Е. Плисецкий, Д.В. Севастьянов, Н.К. Харлампьева указывают причины перспективности развития арктического туризма. Во-первых, развитие арктического туризма, будет способствовать социально-экономическому развитию регионов и благосостоянию населения. Во-вторых, развитие арктического туризма, повысит доступность территорий Арктики и интерес к изучению современным человеком малоизвестных и малодоступных территорий Арктики. В-третьих, развитие арктического туризма, даст особый турпродукт, отличающийся от всего ранее представленного на туристическом рынке с наличием драйва, экстрима и ярких впечатлений [1].

В качестве ключевых секторов туризма в Арктике выделяют: круизный туризм, этнографический туризм (достопримечательности коренных наро-

дов), активный природный туризм (рекреационная охота, рыбалка, наблюдение за северным сиянием) и зимний туризм. Развитие туризма в Арктике требует в свою очередь повышения обеспечения безопасности и поддержания оптимального уровня здоровья. Обеспечение высоких стандартов жизнеобеспечения в условиях Севера и развитие фундаментальной и прикладной науки, инновационных технологий и современного образования в интересах Арктики также относится к стратегическим национальным приоритетам развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности [11].

Цель: Изучить эффективное управление безопасностью туризма в Арктике, на основе медико-биологических прогностических моделей адаптации к экстремальным условиям.

Туристическая деятельность в Арктике формируется на основе предлагаемых туристическими компаниями услуг (туров), которые в определенной степени привлекательны для туристов. Привлекательность и интерес к территориям Арктики обусловлена географическим положением (малодоступностью) и природно-климатическими особенностями, в тоже время с возможностью получения неповторимого опыта пребывания на Севере в экспедиционном путешествии. С арктическими районами Земли часто ассоциируется «пустота», дающая эмоциональную разгрузку, за которой стремятся многие туристы с целью освобождения от рутинной повседневности и проблем. Особой привлекательностью для туристов обладают экспедиции на Северный полюс. Круизный туризм к Северному полюсу несмотря на то, что является одним из самых дорогих направлений арктического туризма, продолжает пользоваться устойчивым спросом.

Среди территорий у туристов вызывают интерес: Мурманская, Архангельская области, Ненецкий, Чукотский, Ямало-Ненецкий автономные округа, республики Карелия, Коми, Саха и Красноярский край. Наибольшее количество туристических туров предлагается в Архангельской и Мурманской области, более 30 туров в Ямало-Ненецком АО, и примерно равное количество туров в Ненецком АО, Чукотском АО, Республике Саха и Красноярском крае [2]. Развитию туризма в Ханты-Мансийском автономном округе благоприятствует рост интереса туристов к культурному наследию коренных малочисленных народов, а также наличие развитой туристической инфраструктуры и туристического потенциала.

Помимо природно-географических, историко-культурных и социально-экономических условий на развитие туризма оказывает значительное влияние целевые установки государственных и общественных структур, а также маркетинговые стратегии бизнеса [3]. Перспективы развития ту-

ризма в Арктике зависят как от общей макроэкономической среды для бизнеса, так и от степени сотрудничества бизнеса и государства [2]. Туризм развивается более успешно в странах при активном участии государства в туристическом бизнесе и, наоборот, в тех странах, где отрасль предоставлена сама себе, развитие бизнеса происходит слабо [12].

Область туризма в Арктике находится в начале формирования. Развитие туризма становится альтернативой для социально-экономического развития северных регионов. [1,11]. Для поддержания оптимального уровня социально-экономического развития Арктических регионов немаловажной является задача по сохранению и укреплению здоровья населения. Здоровьесбережение трудоспособного населения, проживающих на Арктических территориях неразрывно связано с качеством жизни и доступностью медицинской помощи. К перечню актуальных мероприятий по обеспечению доступной медицинской помощи населению, проживающему на Арктических территориях РФ, относится образование пунктов, обеспечивающих мониторинг состояния здоровья, позволяющий осуществлять раннюю диагностику и профилактику болезней, а также оказание экстренной помощи в случаях необходимости [22].

Несомненно, что процесс адаптационных перестроек в организме человека к климатогеографическим условиям Севера, состояние его здоровья и уровень работоспособности тесно связаны. В Приарктической и Арктической зоне РФ экстремальность и субэкстремальность территорий обусловлена совокупностью факторов: низкие температуры (холод), нарушение фотопериодики, недостаточная оксигенация, резкие колебания атмосферного давления, повышение уровня геомагнитной напряженности, неионизирующие космические излучения. Доминирующий фактор Заполярья – холод. В условиях Севера повышенная теплопродукция в сезон низких температур приводит к снижению эффективности физической работы. Изменение привычной фотопериодики приводит к развитию десинхронизации функциональной активности различных систем организма. В период полярной ночи развивается состояние психоэмоциональной напряженности, обусловленной сенсорной депривацией [13]. Процесс адаптации к экстремальным факторам сопровождается компенсаторно-приспособительными реакциями, направленных на оптимальное обеспечение деятельности [5]. Климатогеографические условия **Севера** в период адаптации предъявляют повышенные нагрузки на различные функциональные системы организма человека с возможным развитием дезадаптационных реакций и определяют особенности течения хронических заболеваний.

Результаты

Действие комплекса факторов, таких как: холод, недостаточность кислорода в высоких широтах, развитие усталости из-за энергодефицита, развитие эмоционального напряжения, обострение хронических заболеваний сказывается на безопасности туристического похода. Для предотвращения обострений хронических заболеваний, профилактики соматических последствий психоэмоционального напряжения при акклиматизации к определенной территории Арктической зоны РФ необходима разработка алгоритма психофизиологического отбора, позволяющего определить необходимые мероприятия, направленные на поддержание уровня здоровья и работоспособности [21]. Для оптимального нахождения в экстремально-климатических условиях Севера необходимо проводить оценку риска развития неинфекционных заболеваний и адаптационного потенциала [23]. Следовательно, качественный психофизиологический отбор необходимо обеспечивать и туристическим группам с целью нахождения в условиях Арктики [15].

Психофизиологический отбор может проводиться методом проведения зрительно-моторного теста и регистрации кардиоритмограммы с оценкой исходного функционального напряжения [16]. Оценку соматического и психического состояния здоровья также проводят за счет определения содержания показателей в сыворотке крови (концентрация тироксина, прямого билирубина, IgA и IgE) и использования психологических тестов [19].

Реакции периферической крови на экстремальные климатогеографические факторы появляются первыми и достаточно объективно предупреждают о возможных напряжениях регуляторных механизмов [25]. При отборе для работы в экстремальных условиях Приарктического региона для выявления лиц, имеющих риск патологии проводят оценку содержания лимфоцитов, малых лимфоцитов в лимфоцитогамме и содержание зрелых функционально активных Т-клеток (CD3+), что позволяет выявить риск формирования Т-хелперного иммунодефицита у человека в условиях Арктики [20]. По данным научного исследования у жителей, проживающих на Арктических территориях Кольского полуострова регистрируется лимфопения в 20% случаев с Т-хелперным дефицитом в 37% случаев, зимой отмечается более высокий процент наблюдений случаев нейтропении (до 13%) и дефицита фагоцитарной защиты [25]. Ослабление иммунной регуляции является ключевым вопросом здоровья и благополучия, который волнует коренное население Севера Сибири [27]. Именно коренные народы Севера продолжают свою жизнедеятельность в тесной связи

с окружающей средой в условиях, оказывающих значительное влияние на здоровье [29].

У лиц, участвующих в арктических экспедициях из регионов России с разными климатогеографическими условиями наблюдаются различия функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Наблюдается снижение относительной мощности HF-диапазона у жителей северных регионов [24]. Коррекция вегетативного баланса проводится с помощью биологически обратной связи (БОС). Человек вырабатывает навык контролировать свое функциональное состояние: поддержание значений показателя LF/HF в диапазоне 1,5-2,5 в разных моделируемых ситуациях (расслабляющая музыка, болевая электростимуляция, резкие неприятные звуки), что в последующем применимо для коррекции эмоционального напряжения [17]. К наиболее значимым физиологическим параметрам для проведения отбора относится определение симпато-адреналового баланса вегетативной нервной системе (LF/HF) при 5-минутной фоновой пробе и при ортостатической пробе (6 мин.). За счет проведения психологических тестов (личностный адаптационный потенциал, многоуровневый опросник «Адаптивность», оценка нервно-психической устойчивости: анкета «Прогноз» и «Самооценка тревожности, фрустрированности, агрессивности и ригидности») проводится оценка психофизиологических параметров. По физиологическим и психофизиологическим параметрам рассчитывается показатель пригодности [18].

Вопрос обеспечения адаптации к экстремальным климато-географическим факторам Арктических территории остается актуальным, поскольку часть лиц, проживающих или пребывающих на ее территории имеет относительно высокую степень уязвимости к действию природных факторов среды [25,26] Опыт проведенных научных исследований на территориях северных регионов позволяет определиться с оптимальными методами выявления ранних нарушений адаптации и своевременной профилактики заболеваний.

В связи с возрастающей популярностью туризма разных направлений в Арктике, проблема организации туристической безопасности здоровья становится важной и требующая анализа. Безопасность состава туристической группы зависит как от степени освоенности, инфраструктуризации территории (маршрута), технической подготовки, так и от функционального состояния и адаптационного потенциала организма.

В туризме безопасность рассматривается в виде освоения инструктажа «техники безопасности». Однако, в активных видах туризма при совершен-

нии маршрута наиболее значимы климатогеографические условия. В виду того, что регионы в которых развивается активный туризм, обладают своими особенностями климатогеографическим условий, ставится задача оценить безопасность популярных маршрутов в разных регионах страны [8].

Например, уже проводилось исследование по оценке функционального состояния на основе интерпретации показателей исследования деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма при срочной адаптации к условиям средне-высокорья в Приэльбрусье. У состава туристической группы, в которую входило 10 молодых мужчин в возрасте от 16-26 лет, постоянно проживающих в условиях низкогорья, не наблюдалось значительного напряжения функциональных систем организма, что объясняется высоким адаптационным потенциалом организма [4].

По данным научных исследований в условиях Севера Сибири природно-климатические условия оказывают влияние на заболеваемость лиц, преимущественно пребывающих из других географических регионов России, главным образом в период их адаптации по причине снижения иммунологической реактивности [7]. Изменение физиологических реакции иммунной системы зависит от адаптационного потенциала организма к комплексу негативных экологических факторов, который можно определить по оценке работы парасимпатического и симпатического отделов ВНС. Отмечается, что состояние напряжения механизмов адаптации связано с началом процесса стрессирования [10]. О влиянии дискомфортных климатогеографических факторов на заболеваемость населения представлено в научно-исследовательских работах по изучению состояния иммунной системы взрослых жителей Архангельска. Так, частота распространения дефектов иммунной защиты у практически здорового населения Архангельской области зависит от степени дискомфорта района проживания [9]. Изучение иммунного статуса у жителей, проживающих на территории заполярного района (Ловозерский район) Мурманской области показал, что к воздействию экстремальных климатогеографических факторов не могут адаптироваться лица, которые не обладают определенным адаптационным резервом и не имеют возможности полного восстановления исходных уровней эффективности адаптационных реакций в летний период [25].

Заключение

Таким образом, Арктика для нас становится важным регионом с экономической, стратегической и геополитической точки зрения [14]. Изменения климатических параметров в Арктике обуславливают позитивные

и негативные последствия, которые необходимо исследовать и предусмотреть компенсаторные инженерно-технические, социальные и медико-биологические меры обеспечения проживания и пребывания человека на Севере [6].

Для обеспечения безопасности здоровья при нахождении туристов в Арктике необходимо обеспечить комплексный психофизиологический отбор. Оценка климатогеографических условий региона, местности и инфраструктуры маршрута даст представление о возможности возникновения опасностей при совершении туристического маршрута. Опыт научных исследований процесса адаптации к условиям Севера позволяет построить ряд профилактических мероприятий по предупреждению развития дезадаптации и смежных патологических состояний.

На данный момент не сформирован комплексный подход к отбору и контролю текущего состояния организма, к профилактике дезадаптации, который способствовал бы безопасному нахождению туристов в Арктике, а также учитывал: первичное, текущее психофункциональное состояние организма, длительность пребывания и степень воздействия климатогеографических факторов.

Проект (Центр компетенций Арктика) предполагает изучение психофункционального состояния туристов, пребывающих на территориях Арктики и направлен на формирование комплексного подхода к отбору и контролю текущего состояния организма, к профилактике дезадаптации, который способствовал бы безопасному нахождению туристических групп в Арктике. Будет определена индивидуальная длительность безопасного пребывания туриста на территориях Арктики с учетом первичного и текущего психофункционального состояния организма с учетом климатогеографических факторов территории маршрута туриста, сезонности. А также будут разработаны комплексные алгоритмы отбора, текущего контроля, профилактика дезадаптации и сопряженных с ней патологических состояний для туристов, пребывающих на территориях Арктики.

Проект включает создание передвижных отрядов сопровождения. Психофизиологический отбор туристов, планирующих маршрут в экстремальных и субэкстремальных условиях Арктики включает сбор необходимой информации: возраст, наличие хронических заболеваний, место постоянного жительства и оценку психофункциональных параметров для первичного контроля состояния здоровья.

Комплексная оценка функционального состояния организма человека в условиях влияния экстремальных факторов среды трудоемка. Оценка

состояния функциональных систем организма разными методами может давать разные результаты, следовательно, отражать разные уровни функциональных состояний. При оценке влияния экстремальных факторов значительное внимание уделяется характеру изменений показателей функционального резерва организма [28]. Необходимо также учитывать уровень стрессированности и трудоспособности состава туристической группы.

Передвижной отряд сопровождения предварительно проводит анализ маршрута, местности, климатогеографических факторов территории. Анализ психофункционального состояния организма состава туристической группы направлен на предотвращение ситуаций ухудшения состояния здоровья, обострения хронических заболеваний и развития психоэмоционального напряжения. Следовательно, деятельность передвижного отряда сопровождения направлена на обеспечение безопасности здоровья и поддержание исходного уровня здоровья в условиях Арктики. Постоянная информация текущего состояния здоровья всех членов туристической группы, дает возможность принятия решений по комплексу мер, направленных на предотвращение развития дезадаптации.

Своевременная оценка психофункционального состояния туристов, позволит определить конкретные профилактические мероприятия в рамках программы, которые будут препятствовать развитию дезадаптации и сопряженных с ней патологических состояний, что поспособствует безопасному нахождению туриста в Арктических регионах.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Арктический туризм в России / отв. редактор Ю.Ф. Лукин. Архангельск: САФУ, 2016. 256 с.
2. Баяскаланова Т.А., Куклина М.В., Богданов В.Н. Туризм в Российской Арктике: проблемы и возможности развития // Современные проблемы сервиса и туризма. 2020. Т. 14, № 1. С. 109-119.
3. Васильева И.О., Муратова М.Н. Развитие туризма в Арктике // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 11(53). С. 78–83. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.53.230>

4. Горный туризм: эффекты срочной адаптации сердечно-сосудистой систем организма человека (урочище Джилы-Су в Приэльбрусье) / Корягина Ю.В., Тер-Акопов Г.Н., Рогулева Л.Г., Нопин С.В. // Курортная медицина. 2019. № 1. С. 54-57.
5. Гридин Л.А., Шишов А.А., Дворников М.В. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 4. С. 4-6.
6. Добродеева Л.К. Арктика и человек // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 100-102.
7. Довгань В.И. Адаптация человека на Севере // Вестник ТОГИРРО. 2016. № 1(33). С. 302-303.
8. Евдокимов С.Ю. Обеспечение безопасности активных видов туризма // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. 2020. № 1 (20). С. 141-146.
9. Жилина Л.П., Добродеева Л.К. Особенности иммунологической реактивности у взрослых лиц Архангельска в норме и патологии // Экология человека. 2007. № 3. С. 37-40.
10. Леханова Е.Н., Голубева Н.В., Романова Ю.В. Адаптивные перестройки иммунного ответа пришлого населения Крайнего Севера // Экология человека. 2007. № 5. С. 47-50.
11. Николаева Н.А. Формирование стратегии продвижения туризма в Арктике // Журнал «Кант». 2020. № 4 (37). С. 182-186. <https://doi.org/10.24923/2222-243X.2020-37.39>
12. Овчаренко Н.В. Изучение зарубежного опыта организации активных туров // Курорты. Сервис. Туризм. 2016. № 2(31). С. 62-66.
13. Панин Л.Е. Фундаментальные проблемы Приполярной и Арктической медицины // Бюллетень СО РАМН. 2013. Т. 33, № 6. С. 5-11.
14. Пойлов А.Н. Геополитические интересы и приоритеты России в Арктическом регионе // Русская политология. 2017. № 2. С. 50-56.
15. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические проблемы в Арктике // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2017. № 4(32). С. 33-40.
16. Способ комплексной психофизиологической оценки индивидуально-типологических особенностей целенаправленной деятельности личности: пат. 2314029 С2 Рос. Федерация. №2006103141; заявл. 02.03.2006; опубл. 10.01.2008. Бюл. № 1.
17. Способ коррекции нарушений саморегуляции и психоэмоционального состояния у специалистов экстремального профиля в условиях моделиро-

- вания стрессовой нагрузки: пат. 2681929 С1 Рос. Федерация. № 2681929; заявл. 27.03.2018; опубл. 13.03.2019. Бюл. № 8.
18. Способ оценки профессиональной пригодности специалистов опасных профессий: пат. 2716339 С1 Рос. Федерация. № 2716339; заявл. 28.01.2019; опубл. 11.03.2020.
 19. Способ прогнозирования профессиональной пригодности в условиях экстремальной деятельности: пат. 2466675 С1 Рос. Федерация. № 2466675; заявл. 12.07.2011; опубл. 20.11.2012. Бюл. № 32.
 20. Способы быстрого выявления риска Т-хелперного дефицита у людей в условиях Арктики: пат. 2614702 С Рос. Федерация. № 2614702; заявл. 16.05.2016; опубл. 28.03.2017. Бюл. № 10.
 21. Топорков А.Н. Проблемы адаптации и акклиматизации туристов лыжников в условиях Крайнего Севера // Слобжанский научно-спортивный вестник. 2013. № 3. С. 49-53.
 22. Худов В.В., Юдин С.М., Нагорнев С.Н. Стратегические тренды развития здравоохранения и повышения качества жизни населения в Арктической зоне Российской Федерации // Российский журнал восстановительной медицины. 2020. № 2. С.54-70.
 23. Янтимирова Р.А., Наймушина А.Г., Соловьева С.В. Перспективы исследования адаптогенеза и качества жизни жителей Тюменской области // В мире научных открытий. 2016. № 11(83). С. 128-134. <http://journal-s.org/index.php/vmno/article/view/9519>
 24. Cardiovascular system parameters in participants of Arctic expeditions / Pankova N.B., Alchinova I.B., Cherepov A.B., Yakovenko E.N., Karganov M.Y. // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. 2020. Vol. 33, No 6. P. 819-828. <https://doi.org/10.13075/ijomch.1896.01628>
 25. Hematological reactions in the inhabitants of the Arctic on a polar night and a polar day / Balashova S.N., Samodova A.V., Dobrodeeva L.K., Belisheva N.K. // Immunity, Inflammation and Disease. 2020. Vol. 8. P. 415-422. <https://doi.org/10.1002/iid3.323>
 26. Ilardo M., Nielsen R. Human adaptation to extreme environmental conditions // Current Opinion in Genetics and Development. 2018. Vol. 53. P. 77-82.
 27. Improving dialogue among researchers, local and indigenous peoples and decision-makers to address issues of climate change / Callaghan T., Kulikova O., Rakhmanova L., Topp-Jørgensen E., Labba N. // Ambio. 2020. Vol. 49, No 6. P. 1161-1178.
 28. Korneeva Y., Simonova N. Job stress and working capacity among fly-in-fly-out workers in the oil and gas extraction industries in the Arctic// Environmental

- Research and Public Health. 2020. Vol. 17, No 21. P. 7759. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217759>.
29. One health in the circumpolar North / Hueffer K., Ehrlander M., Etz K., Reynolds A. // *Circumpolar Health*. 2019. Vol. 78, No 1. 1607502. <https://doi.org/10.1080/22423982.2019.1607502>

References

1. *Arkticheskiy turizm v Rossii* [Arctic tourism in Russia] / ed. Yu.F. Lukin. Arkhangel'sk: Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 2016, 256 p.
2. Bayaskalanova T.A., Kuklina M.V., Bogdanov V.N. Turizm v Rossiyskoy Arktike: problemy i vozmozhnosti razvitiya [Tourism in the Russian Arctic: challenges and development opportunities]. *Sovremennyye problemy servisa i turizma* [Service and Tourism: Current Challenges], 2020, vol. 14, no. 1, pp. 109-119.
3. Vasil'eva I.O., Muratova M.N. Razvitie turizma v Arktike [The development of tourism in the Arctic]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 11(53), pp. 78-83. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.53.230>
4. Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N., Roguleva L.G., Nopin S.V. Gornyy turizm: efekty srochnoy adaptatsii serdechno-sosudistoy sistem organizma cheloveka (urochishche Dzhily-Su v Priel'brus'e) [Mountain tourism: effects of urgent adaptation of cardiovascular systems of human body (Gilly-Su mountain area in the vicinity of the Mt. Elbrus)]. *Kurortnaya meditsina* [Resort Medicine], 2019, no. 1, pp. 54-57.
5. Gridin L.A., Shishov A.A., Dvornikov M.V. Osobennosti adaptatsionnykh reaktivnykh cheloveka v usloviyakh Kraynego Severa [Features adaptation reactions of human in Far North]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* [Public Health and Life Environment], 2014, no. 4, pp. 4-6.
6. Dobrodeeva L.K. Arktika i chelovek [The Arctic and man]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki* [Journal of Medical and Biological Research], 2014, no. 3, pp. 100-102.
7. Dovgan V.I. Adaptatsiya cheloveka na Severe [Human adaptation on the North]. *Vestnik TOGIRRO*, 2016, no. 1(33), pp. 302-303.
8. Evdokimov S. Yu. Obespechenie bezopasnosti aktivnykh vidov turizma [Ensuring the safety of active tourism]. *Forum. Seriya: Gumanitarnye i ekonomicheskie nauki* [Forum. Series: Humanities and Economic sciences], 2020, no. 1(20), pp. 141-146.
9. Zhilina L.P., Dobrodeeva L.K. Osobennosti immunologicheskoy reaktivnosti u vzroslykh lits Arkhangel'ska v norme i patologii [Features of immunologic re-

- activity in adults of Arkhangelsk in normal state and pathology]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2007, no. 3, pp. 37-40.
10. Lekhanova E.N., Golubeva N.V., Romanova Yu.V. Adaptivnye perestroiki immunnogo otveta prishlogo naseleniya Kraynego Severa [Adaptive changes of immune response of non-natives of Far North]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2007, no. 5, pp. 47-50.
 11. Nikolaeva N.A. Formirovanie strategii prodvizheniya turizma v Arktike [Formation of a strategy for tour promotion in the Arctic]. *Kant*, 2020, no. 4(37), pp. 182-186. <https://doi.org/10.24923/2222-243X.2020-37.39>
 12. Ovcharenko N.V. Izuchenie zarubezhnogo opyta organizatsii aktivnykh turov [Study of foreign experience of organizing active tours]. *Kurorty. Servis. Turizm* [Resorts. Service. Tourism], 2016, no. 2(31), pp. 62-66.
 13. Panin L.E. Fundamental'nye problemy Pripolyarnoy i Arkticheskoy meditsiny [Fundamental problems of the Circumpolar and the Arctic medicine]. *Byulleten SO RAMN* [The Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences], 2013, vol. 33, no. 6, pp. 5-11.
 14. Poylov A.N. Geopoliticheskie interesy i priority Rossii v Arkticheskoy regione [Geopolitical interests and priorities of Russia in the Arctic region]. *Russkaya politologiya* [Russian Political Science], 2017, no. 2, pp. 50-56.
 15. Solonin Yu.G., Boyko E.R. Mediko-fiziologicheskie problemy v Arktike [Medical and physiological problems of the Arctic]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences], 2017, no. 4(32), pp. 33-40.
 16. Zhuravlev B.V., Murtazina E.P., Lomakina T.E. *Sposob kompleksnoy psikhofiziologicheskoy otsenki individual'no-tipologicheskikh osobennostey tselenapravlennoy deyatel'nosti lichnosti: pat. 2314029 C2 Ros. Federatsiya. №2006103141; zayavl. 02.03.2006; opubl. 10.01.2008. Byul. № 1* [Method for complex psychophysiological evaluation of individual typological peculiarities of a person's purposeful activity. Patent RUS. 2314029 10.01.2008. Bull. 1].
 17. Bulygina V.G., Kovaleva M.E. *Sposob korrektsii narusheniy samoregulyatsii i psikhooemotsional'nogo sostoyaniya u spetsialistov ekstremal'nogo profilya v usloviyakh modelirovaniya stressovoy nagruzki: pat. 2681929 C1 Ros. Federatsiya. № 2681929; zayavl. 27.03.2018; opubl. 13.03.2019. Byul. № 8* [Method of correction of self-regulation and psychoemotional state of extreme profile experts in conditions of stress load modeling. Patent RUS. 2681929 13.03.2019. Bull. 8].
 18. Mylchenko I.V., Popova M.A., Shcherbakova A.E., Karimov R.R. *Sposob otsenki professional'noy prigodnosti spetsialistov opasnykh professiy: pat. 2716339*

- CI Ros. Federatsiya. № 2716339; zayavl. 28.01.2019; opubl. 11.03.2020* [Method for assessing occupational fitness of hazardous occupations. Patent RUS. 2716339 11.03.2020].
19. Rodygina J.K., Neznanov N.G., Solntsev V.N., Solov'ev A.G. *Sposob prognozirovaniya professional'noy prigodnosti v usloviyakh ekstremal'noy deyatelnosti: pat. 2466675 CI Ros. Federatsiya. № 2466675; zayavl. 12.07.2011; opubl. 20.11.2012. Byul. № 32* [Method for prediction of occupational fitness in extreme activity. Patent RUS. 2466675 20.11.2012. Bull.].
 20. Shchegoleva L.S., Sergeeva T.B., Filippova O.E., Shashkova E.Yu. *Sposoby bystrogo vyyavleniya riska T-khelfernogo defitsita u lyudey v usloviyakh Arktiki: pat. 2614702 C Ros. Federatsiya. № 2614702; zayavl. 16.05.2016; opubl. 28.03.2017. Byul. № 10* [Methods of fast detection of risk of T-helper deficiency in people in Arctic conditions. Patent RUS 2614702 28.03.2017. Bull. 10].
 21. Toporkov A.N. Problemy adaptatsii i akklimatizatsii turistov lyzhnikov v usloviyakh Kraynego Severa [Problems of adaptation and acclimatization of tourist-skiers in the Far North]. *Slobozhanskiy nauchno-sportivnyy vestnik* [Slobozhansky scientific and sports bulletin], 2013, no. 3, pp. 49-53.
 22. Khudov V.V., Yudin S.M., Nagornev S.N. Strategicheskie trendy razvitiya zdравookhraneniya i povysheniya kachestva zhizni naseleniya v Arkticheskoy zone Rossiyskoy Federatsii [Strategic trends in healthcare development and improving the quality of life of the population in the Arctic zone of the Russian Federation]. *Rossiyskiy zhurnal vosstanovitel'noy meditsiny* [Russian Journal of Rehabilitation Medicine], 2020, no. 2, pp. 54-70.
 23. Yantimirova R.A., Naymushina A.G., Solov'eva S.V. Perspektivy issledovaniya adaptatsiogeneza i kachestva zhizni zhitel'ey Tyumenskoy oblasti [Perspective for adaptation research and quality of life of residents of the Tyumen region]. *V mire nauchnykh otkrytiy* [In the World of Science Discoveries], 2016, no. 11(83), pp. 128-134. <http://journal-s.org/index.php/vmno/article/view/9519>
 24. Pankova N.B., Alchinova I.B., Cherepov A.B., Yakovenko E.N., Karganov M.Y. Cardiovascular system parameters in participants of Arctic expeditions. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 2020, vol. 33, no. 6, pp. 819-828. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01628>
 25. Balashova S.N., Samodova A.V., Dobrodeeva L.K., Belisheva N.K. Hematological reactions in the inhabitants of the Arctic on a polar night and a polar day. *Immunity, Inflammation and Disease*, 2020, vol. 8, pp. 415-422. <https://doi.org/10.1002/iid3.323>
 26. Ilardo M., Nielsen R. Human adaptation to extreme environmental conditions. *Current Opinion in Genetics and Development*, 2018, vol. 53, pp. 77-82.

27. Callaghan T., Kulikova O., Rakhmanova L., Topp-Jørgensen E., Labba N. Improving dialogue among researchers, local and indigenous peoples and decision-makers to address issues of climate change. *Ambio*, 2020, vol. 49, no. 6, pp. 1161-1178.
28. Korneeva Y., Simonova N. Job stress and working capacity among fly-in-fly-out workers in the oil and gas extraction industries in the Arctic. *Environmental Research and Public Health*, 2020, vol. 17, no. 21, pp. 7759. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217759>.
29. Hueffer K., Ehrlander M., Etz K., Reynolds A. One health in the circumpolar North. *Circumpolar Health*, 2019. vol. 78, no. 1. 1607502. <https://doi.org/10.1080/22423982.2019.1607502>

ВКЛАД АВТОРОВ

Чистова В.В.: разработка концепции научной работы, написание рукописи в рамках программы образовательного проекта «Tabula Rasa», Западно-Сибирский НОЦ.

Логунова Е.В.: разработка концепции научной работы, составление черновика рукописи в рамках программы образовательного проекта «Tabula Rasa», Западно-Сибирский НОЦ.

Пашинская К.О.: разработка концепции научной работы, написание рукописи в рамках программы образовательного проекта «Tabula Rasa», Западно-Сибирский НОЦ.

Рыжикова Е.М.: разработка концепции научной работы, написание рукописи в рамках программы образовательного проекта «Tabula Rasa», Западно-Сибирский НОЦ.

Романова Е.Д.: редактирование черновика рукописи в рамках программы образовательного проекта «Tabula Rasa», Западно-Сибирский НОЦ.

Васильев А.Г.: участник программы образовательного проекта «Tabula Rasa» в рамках деятельности Западно-Сибирского НОЦ.

Удалов А.Н.: участник программы образовательного проекта «Tabula Rasa» в рамках деятельности Западно-Сибирского НОЦ.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Viktoriya V. Chistova: development of the concept of scientific work, writing a manuscript within the framework of the educational project “Tabula Rasa”, West Siberian REC.

Ekaterina V. Logunova: development of the concept of scientific work, drafting of the manuscript within the framework of the educational project “Tabula Rasa”, West Siberian REC.

Ksenia O. Pashinskaya: development of the concept of scientific work, writing a manuscript within the framework of the educational project “Tabula Rasa”, West Siberian REC.

Elena M. Ryzhikova: development of the concept of scientific work, writing a manuscript within the framework of the educational project “Tabula Rasa”, West Siberian REC.

Ekaterina D. Romanova: editing a draft of the manuscript within the framework of the educational project “Tabula Rasa”, West Siberian REC.

Alexander G. Vasiliev: participant of the program of the educational project “Tabula Rasa” within the framework of the activities of the West Siberian REC.

Alexander N. Udalov: participant of the program of the educational project “Tabula Rasa” within the framework of the activities of the West Siberian REC.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Чистова Виктория Васильевна, младший научный сотрудник, научно-исследовательская лаборатория «Здоровый образ жизни и охрана здоровья»

*БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет»
ул. Артема, 9, г. Сургут, 628404, Российская Федерация
victoria133117@mail.ru*

Логунова Екатерина Владимировна, аспирант, врач-травматолог-ортопед
*БУ «Сургутская клиническая травматологическая больница»; БУ ВО «Сургутский государственный университет»
Нефтеюганское шоссе, 20. г. Сургут, 628418, Российская Федерация;
пр. Ленина, 1, г. Сургут, 628412, Российская Федерация
Agony8@yandex.ru*

Пашинская Ксения Олеговна, аспирант, младший научный сотрудник
*ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН
ул. наб. Северной Двины, 23, г. Архангельск, 163000, Российская Федерация
nefksu@mail.ru*

Рыжикова Елена Михайловна, аспирант, институт естественных и технических наук
БУ ВО «Сургутский государственный университет»

*пр. Ленина, 1, г. Сургут, 628403, Российская Федерация
nagornykh.elena@mail.ru*

Романова Екатерина Дмитриевна, аспирант, институт гуманитарного образования и спорта

*БУ ВО «Сургутский государственный университет»
пр. Ленина, 1, г. Сургут, 628412, Российская Федерация
Mrs.romanova97@mail.ru*

Васильев Александр Геннадьевич, аспирант

*Российский государственный социальный университет
ул. Вильгельма Пика, 4, стр. 1, г. Москва, 129226, Российская Фе-
дерация
pro.vasiliev@gmail.com*

Удалов Александр Николаевич, психолог

*Психологический учебно-образовательный центр «SU»
ул. Заозерная, 25, к. 2, г. Омск, 644090, Российская Федерация
udalov777@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Viktoriya V. Chistova, Junior Researcher, PhD student, research laboratory “Healthy Lifestyle and Health Protection”

*Surgut State Pedagogical University
10/2, 50 let VLKSM, Surgut, 628417, Russian Federation
victoria133117@mail.ru
ORCID: 0000-0002-9788-1865*

Ekaterina V. Logunova, Post-Graduate Student, Orthopedic Traumatologist

*Surgut Clinical Trauma Hospital; Surgut State University
20, Nefteyugansk Road, Surgut, 628418, Russian Federation; 1, Lenin
Str., Surgut, 628412, Russian Federation
Agony8@yandex.ru*

Ksenia O. Pashinskaya, Postgraduate Student, Junior Researcher

*Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic named
after Academician N. P. Laverov, Branch of the Russian Academy of
Sciences*

23, Severnaya Dvina River Emb., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation

nefksu@mail.ru

ORCID: 0000-0001-6774-4598

Elena M. Ryzhikova, Postgraduate Student, Institute of Natural and Technical Sciences

Surgut State University

1, Lenin Str., Surgut, 628412, Russian Federation

nagornykh.elena@mail.ru

ORCID: 0000-0002-0906-2051

SPIN: 9938-7216

Ekaterina D. Romanova, Postgraduate Student, Institute of Humanitarian Education and Sports

Surgut State University

1, Lenin Str., Surgut, 628412, Russian Federation

Mrs.romanova97@mail.ru

Alexander G. Vasiliev, Postgraduate Student

Russian State Social University,

4/1, Wilhelm Pik Str., Moscow, 129226, Russian Federation

pro.vasiliev@gmail.com

Alexander N. Udalov, Psychologist

Psychological Training and Educational Center 'SU'

25-2, Zaozernaya Str., Omsk, 644090, Russian Federation

udalov777@mail.ru

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-316-351

УДК 616.453

ПРЕОДОЛЕНИЕ ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ПРИ ДЕПРЕССИИ НА ФОНЕ БОЛЕЗНИ АДДИСОНА У ПОЖИЛОЙ ПАЦИЕНТКИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

А.Ю. Быкова, Ю.В. Быков, Р.А. Беккер

Цель исследования. Представить читателю систематический обзор литературы о взаимосвязи депрессивных состояний и, шире, психических расстройств с недостаточностью коры надпочечников, о роли надпочечниковой патологии в развитии резистентности к психотропным средствам или их непереносимости, о принципах адекватной заместительной терапии при первичной недостаточности коры надпочечников (болезни Аддисона), о роли максимально физиологической заместительной терапии в нормализации не только соматического, но и психического состояния пациентов с этим расстройством, о важности учёта возможного полиэндокринного характера расстройства, а затем описать клинический случай из нашей практики, ярко иллюстрирующий эти тезисы.

Методология проведения работы. Нами был проведён поиск литературы с использованием соответствующих ключевых слов в международных базах данных PubMed, Google Scholar, Elsevier ClinicalKey и Elsevier ScienceDirect, а также в российской базе данных РИНЦ e-library и в библиографических списках основополагающих руководств по эндокринологии и по терапевтически резистентным депрессиям.

Результаты. Представленные нами в настоящем обзоре литературные данные, вкпе с анализом приводимого авторами клинического случая, иллюстрируют важность максимально приближённой к физиологическому паттерну секреции коры надпочечников заместительной терапии при болезни Аддисона, роль коррекции недостаточности минералокортикоидов, надпочечниковых андрогенов и нейростероидов, наряду с глюкокортикоидной недостаточностью, в устранении всех симптомов болезни, включая психические, а также важность психообучения этих пациентов и их родственников, и важность тесного союза психиатра и эндокринолога при лечении таких пациентов.

Область применения результатов. Полученные нами в процессе составления настоящего обзора результаты и выводы, вкупе с представленным нами анализом клинического случая и выводами из него, заслуживают самого широкого применения при лечении пациентов с недостаточностью коры надпочечников и сопутствующей психической патологией.

Ключевые слова: недостаточность надпочечников; болезнь Аддисона; пожилой возраст; гипокортицизм; кортизол; гидрокортизон; преднизолон; флудрокортизон; дегидроэпиандростерон; прегненолон; нейростероид

Для цитирования. Быкова А.Ю., Быков Ю.В., Беккер Р.А. Преодоление фармакорезистентности при депрессии на фоне болезни Аддисона у пожилой пациентки: обзор литературы и клинический случай // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 4. С. 316-351. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-316-351

OVERCOMING TREATMENT RESISTANCE OF DEPRESSION IN AN ADVANCED AGE FEMALE PATIENT WITH ADDISON DISEASE: A LITERATURE REVIEW WITH CLINICAL CASE PRESENTATION

A. Yu. Bykova, Yu. V. Bykov, R.A. Bekker

Purpose. To provide the reader with a systematic review of the literature regarding the relationship of major depressive disorder (and mental disorders in general) with adrenal cortex insufficiency, regarding the role of adrenal pathology in the development of treatment resistance or intolerance. To describe the principles of adequate replacement therapy in primary adrenal insufficiency (Addison disease), the role of maximally physiological replacement therapy in the normalization of not only somatic, but also mental status of patients with this disorder. To stress the importance of taking into account the possible polyendocrine nature of the disorder. Then we describe a clinical case from our own practice, which vividly illustrates these points.

Methodology. We have conducted a literature search using relevant keywords in the international databases PubMed, Google Scholar, Elsevier ClinicalKey and Elsevier ScienceDirect, as well as in the Russian E-library database, and also in the bibliographic lists of fundamental textbooks on endocrinology and on treatment-resistant depression.

Results. The literature data we presented in this review, together with our analysis of the presented clinical case, clearly illustrate the importance of an adequate,

maximally approximating normal physiological pattern of hormone secretion by the adrenal cortex, replacement therapy in Addison disease. The presented clinical case, together with literature data, also shows the need to correct not just glucocorticoid deficiency in Addison disease, but also mineralocorticoid, adrenal androgen and neurosteroid deficiency, in order to improve the patient's well-being, quality of life and his/her mental status, especially if the patient is female and of advanced age. This clinical case also illustrates the importance of psychoeducation for such patients and their relatives, and the need for close monitoring and united framework of helping such patients, integrating psychiatric and endocrinology care.

Practical implications. *The results we have obtained in this review, and the conclusions we made in the analysis of the presented clinical case, deserve the widest application in the treatment of patients with adrenal insufficiency and associated mental pathology.*

Keywords: *adrenal insufficiency; Addison disease; advanced age; hypocortisolemia; cortisol; hydrocortisone; prednisone; fludrocortisone; dehydroepiandrosterone; pregnenolone; neurosteroid*

For citation. *Bykova A.Yu., Bykov Yu.V., Bekker R.A. Overcoming Treatment Resistance of Depression in an Advanced Age Female Patient with Addison Disease: A Literature Review with Clinical Case Presentation. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 316-351. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-316-351*

Введение

Первичная недостаточность коры надпочечников (первичный гипокортицизм) впервые была описана британским врачом Томасом Аддисоном ещё в 1855 году в книге, озаглавленной «О конституциональных и местных эффектах заболеваний надпочечниковой капсулы» [26]. В его честь это заболевание ныне называют «болезнью Аддисона» (БА) [3]. Эта болезнь является результатом разрушения, повреждения или атрофии коры надпочечников [3].

БА — это достаточно редкое эндокринное заболевание, которое поражает в среднем около 1 из каждых 100 000 человек. Это заболевание встречается с одинаковой частотой у мужчин и у женщин [60].

К развитию БА могут приводить такие патологические процессы, как кровоизлияние в надпочечники, например, на фоне сепсиса, дифтерийной инфекции, менингококцемии (синдром Уотерхауса-Фридериксена), туберкулёзное поражение надпочечников, ишемия коры надпочечников («инсульт надпочечников»), аутоиммунная деструкция коры надпочечников и др. [52, 60].

Кроме того, иногда встречается идиопатическая БА, причины которой выяснить не удаётся. Частота встречаемости идиопатической БА повышается с возрастом. Особенно часто эта форма БА встречается в пожилом и старческом возрасте [35].

Существуют также ятрогенные формы БА, вызванные, например, применением цитостатиков с повреждающим действием на кору надпочечников (митотан) [13], мегестрола [16], медроксипрогестерона [19, 37], ципротерона [39] и др., а также вызванные атрофией коры надпочечников при длительном приёме глюкокортикоидов (ГК) [48].

Обратимые аддисон-подобные симптомы могут также наблюдаться при блокаде биосинтеза эндогенных ГК без сопутствующего повреждения или атрофии коры надпочечников, например, при приёме кетоканазола и некоторых других противогрибковых средств из числа азоловых производных (например, позаконазола) [23, 49], аминоклотиетимида [18, 27], метирапона [18], этомидата [5, 15], пропосола [45], или при блокаде рецепторов к ГК, например, мифепристоном [23].

Первопричиной почти всей наблюдаемой при БА симптоматики является снижение производства корой надпочечников различных стероидных гормонов. При этом чаще всего наблюдается и, как полагают, наибольшее патогенетическое значение в развитии симптомов БА имеет снижение продукции корой надпочечников ГК, прежде всего кортизола, а также сопутствующее этому снижение секреции прямых предшественников (прекурсоров) ГК в биосинтезе. В частности, в этом плане придают большое значение снижению секреции корой надпочечников прегненолона, прогестерона и дегидроэпиандростерона (ДГЭА), которые являются не только прекурсорами ГК, но и важными нейростероидами *per se* [30, 48].

Минералокортикоидная (МК) функция коры надпочечников, то есть секреция ими альдостерона и дезоксикортикостерона, страдает при БА не всегда, но тоже очень часто [30, 48].

Существенно меньшее, по сравнению с нарушением продукции ГК, МК и надпочечниковых нейростероидов, но всё же не равное нулю, патогенетическое значение в развитии симптомов БА имеет также снижение продукции корой надпочечников эстрогенов и андрогенов. Меньшее значение этот фактор имеет в силу того, что у половозрелых людей до наступления возрастного угнетения половой функции в старости (то есть до наступления менопаузы или андропаузы) надпочечники не являются основным местом биосинтеза ни для эстрогенов, ни для андрогенов [48].

Наиболее типичными клиническими проявлениями БА являются повышенная утомляемость или чувство усталости, физическая слабость, боли в животе, тошнота, рвота, поносы, снижение аппетита вплоть до полной анорексии, снижение массы тела или исхудание (вплоть до кахексии), а также характерная гиперпигментация открытых для воздействия солнечного ультрафиолета участков кожи, которая описывалась классиками, включая самого Т. Аддисона, как «бронзовая окраска кожи» [60].

Последний симптом не связан непосредственно с самим по себе гипокортицизмом. Он является результатом вторичного повышения продукции гипофизом α -меланоцит-стимулирующего гормона — α -МСГ, которое сопровождается повышением продукции адренокортикотропного гормона (АКТГ), как реакцию гипофиза на низкий уровень эндогенных ГК в крови [3].

Стероидогенез в коре надпочечников и физиологическая функция промежуточных или побочных продуктов стероидогенеза

Кора надпочечников является местом биосинтеза не только ГК и МК, но и целого ряда других стероидных гормонов. Среди прочего, кора надпочечников производит ряд веществ стероидной структуры, которые ранее было принято считать всего лишь биологически неактивными предшественниками (прекурсорами) в биосинтезе ГК и МК. Таковы, например, прегненолон и ДГЭА. У многих из этих «промежуточных» веществ ныне обнаружено самостоятельное физиологическое значение [18].

Биосинтез как ГК, так и МК в коре надпочечников начинается с захвата надпочечниковой клеткой холестерина. В дальнейшем окислительное гидроксирование холестерина в позициях C20 и C22 с отщеплением боковой цепи, катализируемое митохондриальным ферментом цитохромом P450_{ssc}, через две промежуточные стадии — через образование 22R-гидроксистерола и 20 α ,22R-дигидроксистерола — приводит к образованию прегненолона [18].

Между тем, прегненолон влияет на активность эндогенной каннабиноидной системы. Он является негативным аллостерическим модулятором каннабиноидных CB₁ рецепторов [72, 73]. Увеличение образования прегненолона в центральной нервной системе (ЦНС) и в коре надпочечников под влиянием экзогенных или эндогенных каннабиноидов является важной частью петли отрицательной обратной связи (ООС), предохраняющей каннабиноидные CB₁ рецепторы от чрезмерной активации как в физиологических условиях, так и при воздействии такого, например, экзогенного агониста CB₁ рецепторов, как дельта-9-тетрагидроканнабинол (ТГК, основной активный ингредиент каннабиса) [72, 73].

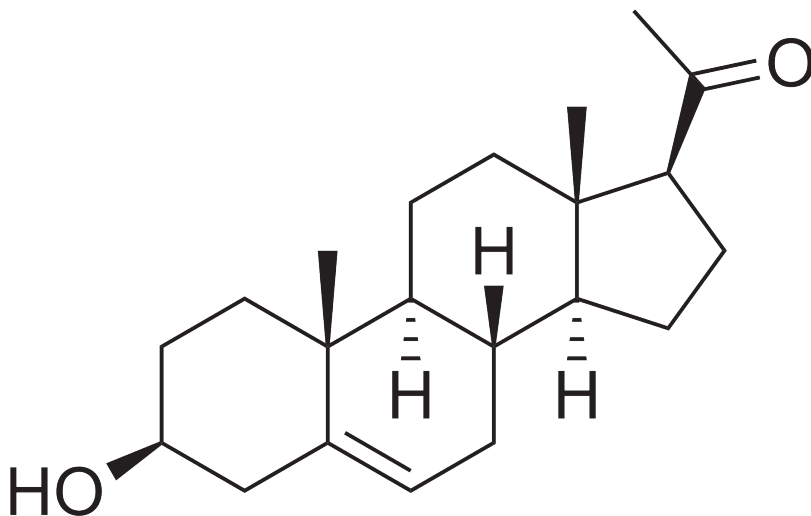


Рис. 1. Молекула прегненолона

Благодаря этим антиканнабиноидным свойствам, прегненолон проявляет антипсихотическое и анксиолитическое действие, а также обладает способностью улучшать память, в противоположность галлюциногенному, психотомиметическому, анксиогенному и амнестическому действию ТГК [72, 73].

Кроме того, прегненолон также с высокой (единицы нМ) аффинностью связывается с одним из основных белков микротрубочек — так называемым белком MAP2 — в мозгу, и увеличивает связывание белка MAP2 с тубулином [47]. В свою очередь, это приводит к полимеризации микротрубочек и к ускорению роста аксонов и дендритов в нейронах, подвергнутых воздействию факторов роста, таких, как BDNF или NGF [47].

Интересно отметить, что один из активных метаболитов прегненолона — прегненолона сульфат — вообще не связывается с белком MAP2 микротрубочек в нейронах. Другой его активный метаболит — прогестерон — связывается, и тоже с высоким аффинитетом (единицы нМ, как и у прегненолона), но в гораздо меньшей степени, чем прегненолон, активирует связывание MAP2 с тубулином и полимеризацию микротрубочек [47].

Предполагается, что прегненолон и прогестерон, благодаря их способности индуцировать формирование и полимеризацию микротрубочек в нейронах и стабилизацию веретена деления в них (более выраженной у

прегненолона), способны активировать нейрогенез, и положительно влиять как на развитие мозга плода и ребёнка, так и на сохранение нейропластичности в процессе старения организма, то есть замедлять наступление возрастного когнитивного снижения [47].

Сам прегненолон не связывается ни с рецепторами для γ -аминомасляной кислоты (ГАМК), ни с глутаматергическими рецепторами. Однако один из его активных метаболитов — прегненолона сульфат — является негативным аллостерическим модулятором ГАМК-рецепторов типа A [44], а также позитивным аллостерическим модулятором глутаматергических рецепторов N-метил-D-аспаратного подтипа (NMDA) [77].

Кроме того, прегненолона сульфат также активирует ионные каналы TRPM3 в ЦНС, в гепатоцитах и в β -клетках островкового аппарата поджелудочной железы. Это вызывает входящий ток ионов кальция в эти клетки. В β -клетках поджелудочной железы это приводит к усилению секреции инсулина, а в ЦНС — к повышению возбудимости нервной клетки. Таким образом, прегненолона сульфат играет важную роль как в регуляции углеводного обмена, так и в регуляции соотношения процессов возбуждения и торможения в ЦНС [75].

Следующим этапом стероидогенеза в коре надпочечников на пути к образованию ГК и МК является образование из прегненолона либо прогестерона (при участии 3β -гидроксистероид-дегидрогеназы, 3β -HSD), либо 17α -гидроксипрегненолона (при участии 17α -гидроксилазы). В дальнейшем 17α -гидроксипрегненолон при участии всё той же 3β -HSD превращается в 17α -гидроксипрогестерон [76].

Кора надпочечников здорового человека, в отсутствие стресса или других факторов, влияющих на стероидогенез, синтезирует в среднем около 1 мг прогестерона в сутки, как у мужчин, так и у женщин. Это составляет в среднем 1/30 от продукции прогестерона жёлтым телом в лютеиновой фазе у молодых женщин (~30 мг/сут), и в среднем около 1/10 от продукции прогестерона яичками у молодых мужчин (~10 мг/сут), или 1/10 от продукции прогестерона яичниками в фолликулярной фазе у молодых женщин (~10 мг/сут). Это немало, и имеет существенное физиологическое значение [76].

Между тем, прогестерон является не только одним из наиболее важных прогестиннов в человеческом организме, но и важным нейростероидом. Он является антагонистом сигма-1 (σ_1) рецепторов [33, 46], негативным аллостерическим модулятором никотиновых ацетилхолиновых рецепторов (Н-холинорецепторов) [10], а также мощным антагонистом рецепторов к

МК (MR) [57]. Аффинитет прогестерона к MR рецепторам значительно превышает таковой у эндогенных МК (альдостерона и дезоксикортикостерона) и эндогенных ГК (кортизола и кортикостерона) [57].

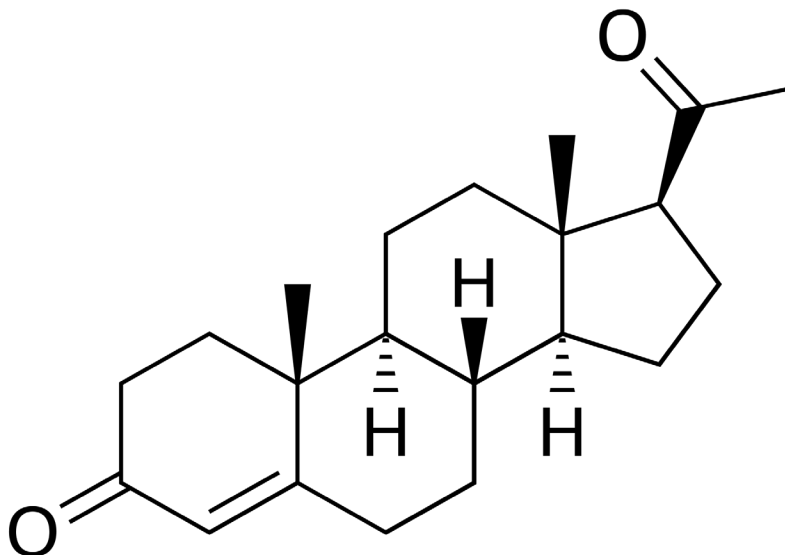


Рис. 2. Молекула прогестерона

Поэтому прогестерон, связываясь с MR рецепторами, предотвращает их активацию, например, альдостероном или кортизолом. В физиологических концентрациях прогестерон оказывает мощное антиминералокортикоидное действие, в частности, вызывает натрийурез и задержку калия [20].

Кроме того, прогестерон также связывается с рецепторами к ГК (GR). Он является их парциальным агонистом, с внутренней агонистической активностью, составляющей всего 1/10 от активности кортизола (то есть, фактически, антиглюкокортикоидным агентом). Хотя аффинность прогестерона к GR рецепторам примерно в 100 раз меньше, чем аффинность кортизола к ним же, тем не менее принято считать, что антиглюкокортикоидная активность прогестерона имеет важное физиологическое значение [9, 41].

В то же время собственная парциальная агонистическая активность прогестерона по отношению к GR рецепторам, хотя и слабая (1/10 от таковой у кортизола), но вполне достаточна для оказания прогестероном

противовоспалительного и иммуномодулирующего действия, например, для угнетения им биосинтеза простагландинов в эндометрии (чем и объясняется его активность при предменструальных болях), или, например, для обеспечения физиологической иммуносупрессии при беременности и предотвращения отторжения имплантированного плодного яйца [41].

Одновременное повышение на фоне стресса секреции корой надпочечников как ГК (кортизола, кортикостерона), так и их прямых предшественников, обладающих, наоборот, антиглюкокортикоидными свойствами — прегненолона, прогестерона и 17 α -гидроксиprogестерона — как принято считать, имеет важное стресс-ограничивающее значение. Оно способствует своевременной элиминации стресса и предотвращению развития стресс-индуцированных депрессий и тревожных состояний, а также профилактике выкидышей и преждевременных родов на фоне стресса [9, 41].

Прогестерон также обладает нейропротективными и нейротрофическими свойствами, влияет на миелинизацию аксонов, улучшает восстановление нервной ткани после повреждения [10].

Кроме того, прогестерон также положительно влияет на активность серотонинергических структур мозга [10].

Весьма важно также то, что одним из основных метаболитов как эндогенного прегненолона, так и эндогенного прогестерона в ЦНС (и, при пероральном приёме экзогенного прегненолона или экзогенного микронизированного прогестерона (Утрожестана) — также при их первом прохождении через печень) является один из важнейших нейростероидов — аллопрегнанолон [64].

Между тем, аллопрегнанолон является позитивным аллостерическим модулятором ГАМК-А рецепторов. Он оказывает мощное нейропротективное, антистрессовое, анксиолитическое, седативное и антидепрессивное действие, а в больших дозах может даже вызывать физиологический сон или хирургический наркоз. Под международным непатентованным названием (МНН) брексанолон и торговым названием Zulresso аллопрегнанолон недавно, в 2019-м году, был одобрен FDA для лечения послеродовых депрессий. Ведутся исследования его пригодности для лечения и других форм депрессивных и тревожных состояний [62].

Одним из важных промежуточных продуктов стероидогенеза в коре надпочечников является также ДГЭА. Ранее ДГЭА считали «всего лишь ещё одним надпочечниковым андрогеном/эстрогеном», причём значительно более слабым, чем тестостерон, по андрогенной активности, и значительно более слабым по эстрогенной активности, чем эстрадиол. Кроме

того, его считали также прекурсором в биосинтезе других надпочечниковых андрогенов и эстрогенов.

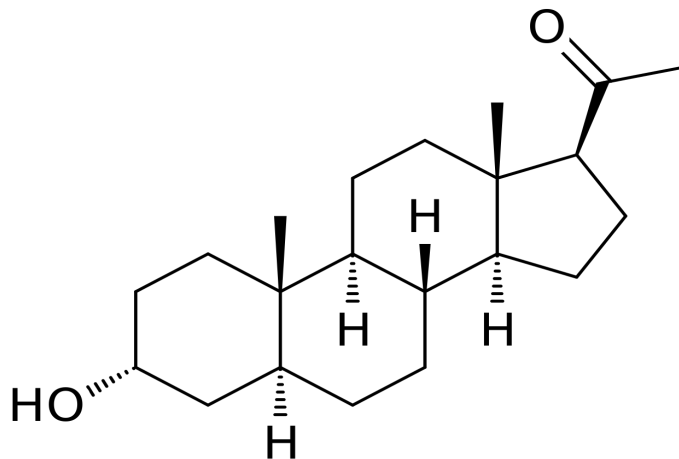


Рис. 3. Молекула аллопрегнанолона

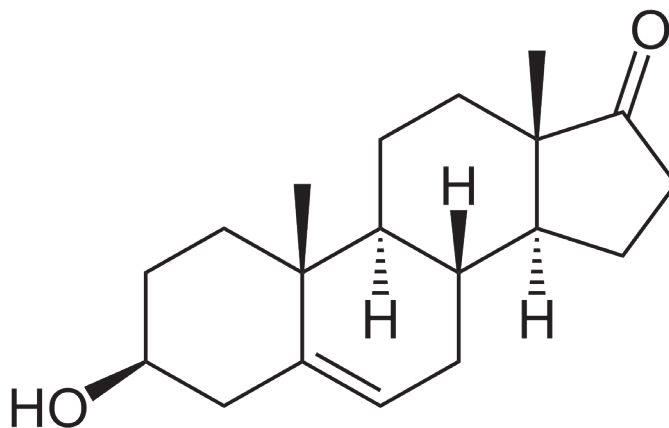


Рис. 4. Молекула дегидроэпиандростерона

Однако уже достаточно давно известно, что, кроме слабой андрогенной и слабой эстрогенной активности, ДГЭА обладает и целым рядом самостоятельных физиологических активностей. Он является важным нейростероидом, оказывает нейротрофическое и нейропротективное действие,

стимулирует продукцию BDNF, NGF и других нейротрофинов, активно взаимодействует (через систему кросс-сигналинга) с системой рецепторов ретиноидов, с PPAR- α рецепторами, прегнановыми (PXR) и андростановыми рецепторами (CXR), оказывает мощное антиглюкокортикоидное действие [54].

ДГЭА также является позитивным аллостерическим модулятором NMDA подтипа глутаматергических рецепторов, негативным аллостерическим модулятором ГАМК-А рецепторов, агонистом сигма-1 (σ_1) рецепторов. В клинической практике назначение экзогенного ДГЭА перорально ассоциируется с антидепрессивным и анксиолитическим эффектами [40].

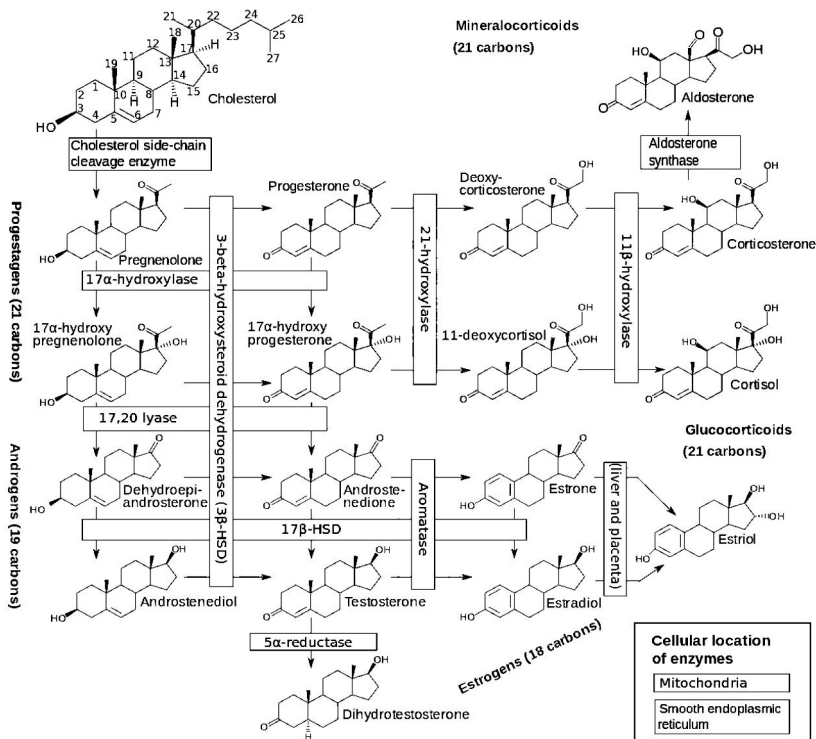


Рис. 5. Общая схема стероидогенеза в коре надпочечников

Корреляция болезни Аддисона с тревожными и депрессивными состояниями и возможные патогенетические механизмы этой связи.

Хотя разнообразные психоневрологические проявления (в том числе тревожные и аффективные расстройства, когнитивные нарушения, нарушения сна и даже психозы) весьма распространены при БА, наше понимание патофизиологии этой связи ещё весьма далеко от полной ясности. Существующие теории на этот счёт выдвигают на первый план такие возможные факторы, как гипонатриемия и вызываемый ею отёк мозга, гиперкалиемия, гиповолемия, ортостатическая гипотензия и связанные с этим нарушения кровоснабжения ЦНС [50], гипогликемия и связанная с нею нейрогликопения («углеводное голодание мозга»), гипохолестеринемия и связанные с нею нарушения в составе липидов мембран нейронов, а также нарушения производства нейростероидов *in situ*, в самом мозгу [21], нередко сопутствующий БА тиреоидит Хашимото [7], а также увеличение производства таких возможно негативно влияющих на депрессию нейропептидов, как кортикотропин-рилизинг-фактор (КРФ) и β-эндорфин [34].

Связь между психической патологией и БА хорошо описана в литературе, в том числе самим первооткрывателем этой болезни, Томасом Аддисоном, ещё в 1855 году. Он описал «приступы головокружения, беспокойства и делирия», как важные характеристики данного заболевания [38].

Распространённость симптомов со стороны психики при БА, по некоторым оценкам, составляет от 64% до 84% [7]. Во многих случаях БА психические симптомы могут быть начальным или даже единственным проявлением данного заболевания [14, 22, 36, 42, 68].

Показано, что пациенты с БА имеют значительно более высокие уровни симптомов депрессии и тревоги по сравнению со здоровыми лицами [28, 53, 65].

Российскими авторами приводятся данные, что характерным симптомом у более чем 34% пациентов с БА является именно психическая депрессия, повышенная нервозность, раздражительность, эмоциональная неустойчивость [1].

Заместительная терапия ГК (и иногда также МК) устраняет значительную часть физиологических проблем, вызванных недостаточностью функции коры надпочечников. Тем не менее, качество жизни у таких пациентов нередко остаётся очень низким на фоне сохранения значительно выраженных симптомов тревоги и депрессии [22, 43].

В ретроспективном исследовании за 1977–1999 годы, в которое вошли 989 пациентов с хронической недостаточностью коры надпочечников, показано, что среди данного контингента пациентов наблюдается повышенный риск развития тяжёлых аффективных и тревожных расстройств [68].

В этом исследовании также было показано, что традиционная, или стандартная заместительная терапия БА, предполагающая замещение только ГК-недостаточности с помощью сублингвального гидрокортизона, без учёта необходимости замещения также МК-недостаточности и недостаточности важных надпочечниковых нейростероидов, таких, как ДГЭА и/или прегненолон — часто оказывается недостаточной для обеспечения психического здоровья и психологического благополучия пациентов с БА [68].

В литературе описаны случаи, в которых депрессия оказывалась первым и единственным манифестным симптомом БА. В частности, описаны случаи, в которых после неуспешного назначения АД, только анализ крови на АКТГ, α -МСГ и β -эндорфин позволил выставить диагноз БА [32]. Несмотря на проводимую базисную терапию БА, у многих таких пациентов резко снижается качество жизни, прежде всего — как раз за счёт коморбидной аффективной патологии, коморбидных тревожных и диссомнических расстройств, развития когнитивных нарушений [30].

С другой стороны, наличие у пациентов коморбидной БА является важной причиной резистентности при лечении тревожных и депрессивных расстройств [2].

Существует множество теорий, объясняющих, как именно гипокортицизм может вызывать или провоцировать нервно-психические расстройства [7, 31, 50, 51, 71].

Надпочечниковая недостаточность вызывает электролитные и метаболические нарушения, включая гипонатриемию, которая может приводить к развитию отёка мозга и энцефалопатии [7, 50].

Кроме того, известно также, что в гиппокампе и в структурах лимбической системы имеется особенно высокая плотность глюкокортикоидных GR- и минералокортикоидных MR-рецепторов, и что связывание кортизола с этими рецепторами в гиппокампе и лимбике играет важную роль в регуляции памяти, когнитивных функций, настроения, а также в работе «большой» петли отрицательной обратной связи — «лимбика — гипоталамус — гипофиз — надпочечники» (ЛПГН) [38].

Таким образом, как избыток, так и недостаток кортизола может приводить к развитию симптомов депрессии и тревоги [63].

Роль кортизола в патогенезе депрессивных состояний также была дополнительно подтверждена обнаружением относительной резистентности GR-рецепторов мозга к эндогенным и экзогенным ГК и нарушений внутриклеточной передачи стероидного сигнала в нейронах пациентов с

депрессией. Таким образом, можно говорить о том, что, несмотря на бушующий на периферии «океан гиперкортизолемии» у пациентов с депрессией, возникающей не на фоне БА, мозг этих пациентов всё равно остаётся в функционально гипокортикоидном состоянии [79].

Есть сообщения о том, что применение адекватных замещающих доз ГК в виде монотерапии способно резко уменьшить проявления депрессии у пациентов с БА [38]. Предыдущие сообщения описывали одновременное использование электросудорожной терапии (ЭСТ) и ГК для лечения депрессии на фоне БА [29, 66].

Особенности функционирования оси ЛГГН при депрессиях

Ось ЛГГН, как следует из её названия, состоит из петли ООС, включающей лимбические структуры мозга (в том числе гиппокамп), гипоталамус, гипофиз и надпочечники. Во время физического или эмоционального стресса ось ЛГГН активируется. Под влиянием поступающих из лимбической системы нервных импульсов кортикотропные ядра гипоталамуса выделяют 2 гормона — КРФ и аргинин-вазопрессин — которые воздействуют на работу кортикотропных клеток передней доли гипофиза, увеличивая биосинтез и секрецию этими клетками АКТГ [74].

АКТГ переносится с током крови к коре надпочечников и взаимодействует с рецепторами на надпочечниковых клетках, которые стимулируют выработку и высвобождение кортизола [74]. Многочисленные исследователи на протяжении последних 40 лет отмечали отклонения в функционировании оси ЛГГН в подгруппе пациентов с большим депрессивным расстройством (БДР) [74].

Первоначально данные о характере тех отклонений в работе оси ЛГГН, которые отмечались у пациентов с аффективными расстройствами, были противоречивы. Одними исследователями отмечалась избыточная секреция кортизола надпочечниками таких пациентов, другие отмечали, наоборот, подавление секреции кортизола [12, 59].

Однако проведённый впоследствии мета-анализ более чем 150 исследований позволил констатировать, что повышенный уровень кортизола в плазме крови наблюдается у 43% от общего числа пациентов с БДР, и у 67% от общего числа пациентов с психотической формой БДР (психотической депрессией) [8].

Повышенная концентрация кортизола в плазме крови утром, отсутствие снижения или недостаточное снижение уровня кортизола в плазме крови к вечеру, или же повышенная общая суточная экскреция кортизола

с мочой являются одними из наиболее часто выявляемых нейроэндокринных нарушений при депрессии [69].

Патологические результаты так называемого «дексаметазонового теста» — теста с подавлением секреции кортизола наутро стандартной дозой дексаметазона (1 мг), принятой на ночь, указывающие на гиперактивность оси ЛГГН, обнаруживаются примерно у 50% от общего числа пациентов с депрессией, и у 75-80% пациентов с психотическими формами депрессии. Нарушения серотонинергической, дофаминергической и норадренергической нейротрансмиссии, обнаруживаемые при депрессивных состояниях, могут также частично быть обусловлены дисфункцией оси ЛГГН [69].

В последние годы была предложена супрессия оси ЛГГН для лечения резистентных депрессий (кетоконазолом, метирапоном или мифепристоном). Было также показано, что эффективные антидепрессанты (АД) или эффективное применение ЭСТ при депрессивных состояниях способствуют нормализации как работы оси ЛГГН, так и биосинтеза нейростероидов, в частности аллопрегнанолон, в ЦНС. Было выдвинуто предположение, что оба этих явления играют важную роль в механизмах антидепрессивного действия как АД, так и ЭСТ [69].

Показано, что в патогенезе депрессивных состояний играет более значительную роль не столько сама по себе гиперактивность оси ЛГГН и вызванная ею гиперкортизолемиа (или, наоборот, гипокортизолемиа как проявление «синдрома истощения коры надпочечников» при длительной тяжёлой депрессии), сколько нарушение нормальных соотношений между кортизолом и эндогенными антиглюкокортикоидными агентами — соотношений «кортизол / ДГЭА», «кортизол / прогестерон», «кортизол / прегненолон» в крови, а также нарушение нормальных суточных биоритмов секреции этих гормонов, согласно которым вечерний уровень кортизола должен быть низким, а уровни его прекурсоров — прегненолона и прогестерона, из которых в ЦНС образуется одно из важных «эндогенных снотворных» — аллопрегнанолон — в это время суток должны, напротив, повышаться [52].

Ассоциация идиопатической болезни Аддисона или угасания функции коры надпочечников с пожилым и старческим возрастом

Как известно, в пожилом и старческом возрасте происходит постепенное снижение или угасание функции практически всех органов и систем: ухудшается и выделительная функция почек, и обезвреживающая функция печени, и работа сердечно-сосудистой системы, и всасывание многих питательных веществ в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ), и иммунитет.

Не является исключением из общего правила об угасании или ухудшении функции всех органов и систем также и эндокринная система [24, 80].

В частности, в пожилом и старческом возрасте закономерно снижается продукция половых гормонов (андрогенов и эстрогенов) половыми железами, секреция мелатонина шишковидной железой, секреция гормона роста гипофизом, тиреоидных гормонов — щитовидной железой, образование активной формы витамина D₃ (1,25-дигидроксисхолекальциферола) из его проактивной формы (25-гидроксисхолекальциферола) в почках [24, 80].

Это приводит к развитию таких характерных признаков старения, как «старческая бессонница», нарушения циркадных ритмов, постепенная потеря мышечной массы, нарушение инсулин-чувствительности тканей, снижение либидо, угасание половой функции, когнитивные нарушения, общее снижение энергии и «жизненных сил», развитие остеопороза [24, 80].

Не является исключением из общего правила об угасании эндокринных функций в пожилом и старческом возрасте и функция коры надпочечников. При этом особенно интересно то, что паттерн возрастного физиологического угасания функции коры надпочечников очень напоминает паттерн, наблюдаемый при идиопатической болезни Аддисона. А именно, в условиях снижения общего «надпочечникового резерва» в старости в наименьшей степени страдают жизненно важные функции биосинтеза ГК и МК, но значительно снижается продукция менее важных для жизни «сопутствующих» и «побочных» продуктов стероидогенеза, таких, как ДГЭА [24].

В пожилом и старческом возрасте снижается также и продукция «прекурсоров» ГК и МК — в частности, прегненолона, прогестерона и 17-гидроксипрогестерона. Физиологический смысл этого явления заключается в том, что в условиях возрастного снижения общего «надпочечникового резерва», для организма наиболее важным является сохранение глюкокортикоидной и минералокортикоидной функции коры надпочечников, поэтому биосинтез в цепи стероидогенеза «идёт до конца». При этом в коре надпочечников остаётся относительно мало неиспользованных прекурсоров стероидогенеза (прогестерона, 17-оксипрогестерона и прегненолона), выделяемых в кровь в неизменённом виде [24, 80].

Такое изменение соотношений «кортизол/ДГЭА», «кортизол/прогестерон» и «кортизол/прегненолон» в пожилом возрасте имеет многочисленные неблагоприятные последствия для здоровья пожилых людей, поскольку приводит к «выпадению» антиглюкокортикоидной функции указанных соединений. Это предрасполагает пожилых людей к относительному гиперкортицизму при нормальном уровне кортизола в крови.

Это, в свою очередь, предрасполагает их к развитию метаболического синдрома (МС), центрального ожирения, сахарного диабета (СД) 2-го типа или нарушения толерантности к глюкозе, к дислипидемиям, атеросклерозу сосудов, остеопорозу костей, а также к депрессиям позднего возраста и к возрастным когнитивным нарушениям [24, 80].

В этом контексте сегодня активно обсуждается вопрос о том, способна ли грамотная комбинированная поли-эндокринная заместительная терапия, индивидуализированная для каждого конкретного пожилого пациента и включающая в себя, возможно, все или некоторые из таких компонентов, как тиреоидные гормоны, мелатонин, гормон роста, ДГЭА, половые гормоны (эстрогены и/или тестостерон, соответственно полу), «прекурсоры ГК и МК» (прегненолон, прогестерон), витамин D₃ и даже, возможно, небольшие дозы гидрокортизона — замедлить старение, улучшить качество жизни пожилых людей, уменьшить вышеуказанные негативные явления или предотвратить их нарастание [24, 80].

Этот подход по сей день остаётся спорным и неоднозначным, несмотря на то, что он вовсе не подразумевает неизбирательное применение всех этих компонентов заместительной терапии у каждого из пожилых людей, без учёта реальной в том необходимости и без учёта сопутствующих рисков (например, тиреоидные гормоны могут повышать риск сердечных аритмий, эстрогены — риск рака молочной железы и рака тела матки, тестостерон — риск рака простаты). Тем не менее, такой подход к профилактике или замедлению старения имеет право на жизнь, и заслуживает дальнейшего исследования [51, 80].

В пожилом и старческом возрасте также чаще, чем в более молодом, встречается манифестация различных аутоиммунных заболеваний, таких, например, как ревматоидный артрит. Не является исключением и идиопатическая аутоиммунная БА (аутоиммунная деструкция коры надпочечников) [35].

Принципы заместительной терапии при болезни Аддисона

Типичный режим лечения БА состоит из приёма перорального гидрокортизона или его синтетического аналога (обычно — преднизолона) для замещения недостаточности эндогенных ГК, и, нередко, также приёма перорального синтетического МК — флудрокортизона, а также из тщательного контроля текущего баланса натрия и калия в организме (иногда, особенно при недокоррекции МК-недостаточности, требуется увеличение потребления поваренной соли и ограничение потребления калия с пищей,

а иногда, особенно при гиперкоррекции МК-недостаточности, требуется, напротив, ограничение потребления поваренной соли и богатых натрием продуктов, увеличение потребления калия с пищей или даже дополнительное назначение препаратов калия) [67, 70].

Препаратом первой линии для лечения ГК недостаточности при БА является сублингвальный гидрокортизон. Типичная замещающая дозировка сублингвального гидрокортизона для взрослых составляет 25-50 (до 75) мг/сут, в 3-4 приёма. Период полувыведения ($T_{1/2}$) гидрокортизона из плазмы крови составляет 2-3 часа, что и обуславливает необходимость в 3-4-х кратном его приёме в сутки [52].

При этом, чтобы приблизить паттерн суточных колебаний уровня гидрокортизона в крови к нормальному суточному паттерну секреции кортизола здоровыми надпочечниками, рекомендуется бóльшую часть суточной дозы сублингвального гидрокортизона назначать утром, мёньшую — в обед и ещё мёньшую (но не равную нулю!) — в вечернее время [52].

При интеркуррентных заболеваниях, больших нервно-психических или физических нагрузках, сильных стрессах, замещающая доза гидрокортизона может и должна быть увеличена пропорционально тяжести заболевания или интенсивности нагрузок (порой вплоть до 200—300 мг/сут). Однако при таком временном увеличении дозы ГК необходимо тщательно мониторить состояние пациента на предмет возможной передозировки ГК и появления типичных их побочных эффектов (ожирение, кушингоидное «лунообразное лицо», отёки, артериальная гипертензия, гипергликемия, признаки иммуносупрессии и др.). Необходимо также своевременно плавно снижать дозу ГК по миновании острого стресса, периода повышенных физических или нервно-психических нагрузок или по окончании интеркуррентного заболевания [52].

Если для пациента соблюдение необходимого при лечении сублингвальным гидрокортизоном режима приёма препарата 3 раза в сутки является проблематичным, можно использовать для замещения ГК недостаточности более высокопотентный синтетический агонист GR рецепторов — пероральный преднизон или преднизолон, имеющий $T_{1/2}$ в крови около 6 часов, в дозе 5-10 мг/сут (до 15 мг/сут), также бóльшей частью утром и днём. Это позволяет принимать преднизолон при БА не 3-4 (как в случае сублингвального гидрокортизона), а 2-3 раза в сутки [52].

Однако преднизолон обладает значительно мёньшей, по сравнению с гидрокортизоном, МК-активностью. Это может вызвать необходимость в повышении замещающей дозы синтетического МК (флудрокортизона) при

переходе ГК терапии с сублингвального гидрокортизона на пероральный преднизолон, или обратной коррекции дозы флудрокортизона при обратном переходе (с перорального преднизолона на сублингвальный гидрокортизон) [52].

В настоящее время имеется специальный пероральный многослойный препарат гидрокортизона — Пленадрен, в котором специальная система поэтапного, послойного высвобождения гидрокортизона из таблетки обеспечивает адекватную имитацию суточного ритма секреции кортизола корой здоровых надпочечников при однократном утреннем приёме такой таблетки. Это исключает необходимость в 3-4-х кратном в сутки приёме «обычного» сублингвального гидрокортизона или в 2-3-кратном в сутки приёме преднизолона пациентами с БА, и резко повышает удобство терапии и адекватность замещения ГК у них [52].

Применение для замещения недостаточности ГК-функции коры надпочечников ещё более сильного синтетического аналога ГК — дексаметазона — в целом не рекомендуется, так как дексаметазон обладает очень большим $T_{1/2}$ (около 24 часов). Это не позволяет имитировать с помощью его приёма естественный ритм секреции кортизола корой здоровых надпочечников (а это, в свою очередь, может приводить к таким неприятным последствиям, как, например, ночная бессонница или перевозбуждение ближе к вечеру) [52].

Кроме того, высокая ГК-потентность дексаметазона затрудняет точный подбор замещающей его дозировки и увеличивает риск появления симптомов передозировки ГК или, напротив, симптомов недостаточного замещения ГК. А более низкая, по сравнению и с гидрокортизоном, и с преднизолоном, МК-активность дексаметазона — ещё больше увеличивает потребность в одновременном приёме флудрокортизона при лечении дексаметазоном, по сравнению не только с лечением сублингвальным гидрокортизоном, но даже и с лечением пероральными преднизолоном [52].

Однако в условиях временной недоступности других ГК, назначение дексаметазона 1 раз в сутки утром в дозе 0,5-1 мг/сут (до 1,5 мг/сут) — хотя и не оптимально, но является гораздо более приемлемым вариантом, чем оставление пациента с БА в опасности, без полагающейся ему постоянной и непрерывной заместительной терапии ГК [52].

Приём пациентом с БА сублингвальных и пероральных форм стероидных гормонов должен продолжаться на протяжении всей его жизни. Обычно назначение этих препаратов инициируется, контролируется и, при необходимости, корректируется в системе вторичной медицинской помощи специалистом-эндокринологом (предпочтительно — эндокри-

нологом-аддисонологом, то есть эндокринологом, специализирующимся именно на лечении БА) [11].

Адекватность замещения ГК и МК недостаточности контролируется как по клиническим признакам, так и с помощью анализов крови (электролиты плазмы, липидный профиль, уровень АКТГ и кортизола и др.). На недостаточную, неадекватную заместительную терапию указывает сохранение тех или иных симптомов БА, включая, возможно, «неклассические», такие, как депрессия, тревожность или «синдром захода солнца» (возбуждение, бессонница и/или спутанность сознания в вечернее время) [11].

На гиперкоррекцию (избыточную, нефизиологичную для данного пациента, замещающую дозировку ГК) — указывает появление таких симптомов передозировки ГК, как артериальная гипертензия, истончение кожи, появление стрий, лёгкость возникновения синяков или кровоподтёков, гипергликемии, гиперхолестеролемии, инсулинорезистентности тканей или нарушения толерантности к глюкозе, ожирение или чрезмерная прибавка массы тела, гипокалиемия [11].

Важность замещения минералокортикоидной недостаточности при болезни Аддисона

У многих пациентов с БА, наряду с выраженным снижением секреции эндогенных ГК (прежде всего кортизола), наблюдается также более или менее выраженное снижение секреции эндогенных МК (прежде всего — альдостерона). Следовательно, для полного купирования симптомов БА им требуется заместительная терапия не только экзогенными ГК, но и экзогенными МК [55].

Клинические признаки дефицита эндогенных МК включают в себя гипотензию, физическую слабость, электролитные нарушения (гиперкалиемию, гипонатриемию), психические нарушения (депрессию, тревожность, нарушения памяти, когнитивные проблемы) [55].

Стандартная заместительная терапия при недостаточности МК-функции коры надпочечников состоит из назначения синтетического агониста минералокортикоидных MR рецепторов — 9α -фторкортизола (флудрокортизона). Его аффинность к MR рецепторам в 100 раз превышает аффинность к GR рецепторам, поэтому в обычно принимаемых дозах он не вызывает свойственных ГК препаратам побочных эффектов, таких, как развитие ожирения или гипергликемия. Он назначается один раз в сутки перорально в индивидуально подобранной дозе (обычно составляющей от 0,05 до 0,2 мг, иногда до 0,5 и даже 1 мг) [55].

Мониторинг адекватности подобранной замещающей дозы МК заключается в клиническом наблюдении (контроль общего самочувствия, уровня физической активности, измерение артериального давления (Ад) и частоты сердечных сокращений (ЧСС)), а также в регулярных анализах на содержание в плазме крови электролитов (прежде всего натрия и калия) и на активность ренина плазмы, которая при МК-недостаточности компенсаторно повышается [55].

Неадекватность, недостаточность замещающей дозы флудрокортизона может проявляться лёгкой гиповолемией, склонностью к ортостатической гипотензии и/или ортостатической тахикардии, умеренной гипонатриемией или умеренной гиперкалиемией, гиперренинемией. Напротив, чрезмерно завышенная доза флудрокортизона может приводить к развитию гиперволемии, отёков нижних конечностей, артериальной гипертензии, гипокалиемии, а также к супрессии секреции ренина почками. В подобных случаях рекомендуется снижение дозы флудрокортизона, но при этом необходимо следить за тем, чтобы «не перегнуть палку» и не вызвать снова гиповолемию, гипонатриемию, ортостатическую гипотензию и/или гиперкалиемию [55].

В одном из РКИ было показано, что дополнительное к стандартной заместительной терапии ГК назначение флудрокортизона положительно влияет на настроение, общее самочувствие и когнитивное функционирование у пациентов с БА [61].

Важность замещения недостаточности дегидроэпиандростерона и прегненолона при болезни Аддисона

В последние десятилетия всё более важное значение при лечении БА придаётся адекватному замещению не только выпадения или снижения ГК- и МК-функции коры надпочечников, но и выпадения или существенного снижения секреции корой надпочечников большого таких важных нейростероидов, как ДГЭА и прегненолон [6, 58, 78].

Так, консенсусное постановление Французского национального общества эндокринологов и Французского национального общества детских эндокринологов от 2018 года, а также опубликованное после общенациональной конференции Национальное руководство по эндокринологии Франции указывают, что сохраняющиеся у пациента с БА, несмотря на адекватное замещение ГК и МК функции коры надпочечников симптомы физической (мышечной) слабости, дефицит массы тела, депрессивные и/или тревожные нарушения — должны служить основанием для того, что-

бы рассмотреть целесообразность добавления заместительной терапии ДГЭА, в индивидуально подобранных дозах (от 25 до 200 мг/сут в один приём утром, иногда вплоть до 500 мг/сут в один приём утром) [56].

При этом указывается, что при назначении ДГЭА женщинам необходимо следить за возможным появлением признаков вирилизации (гирсутизм, прибавка массы тела по мужскому типу с преимущественным отложением жира на животе, повышение сальности кожи, появление угрей, ухудшение состояния волос вплоть до развития алопеции по мужскому типу, нарушения менструального цикла и т. д.), и что заместительная доза ДГЭА для женщин, как правило, не должна превышать 100 мг/сут [56].

Аналогичным образом, в Национальном руководстве по эндокринологии Франции указывается, что сохраняющиеся, несмотря на адекватное замещение ГК и МК функции коры надпочечников, симптомы бессонницы, тревожности, нарушений памяти у пациента с БА — должны служить основанием для того, чтобы рассмотреть целесообразность дополнительного замещения секреции прегненолона, также в индивидуально подобранной дозе от 50 до 200 мг на ночь [56].

Особенности действия психотропных препаратов при болезни Аддисона

Приводятся данные, что БА является фактором риска развития резистентности к АД. Например, описана 55-летняя женщина, у которой до момента заболевания БА эпизод тяжёлой депрессии был успешно пролечен с применением трициклического АД (ТЦА) имипрамина [29]. Однако после возникновения БА у этой пациентки при очередном рецидиве депрессии была выявлена резистентность к АД, в связи с чем она была направлена на курс ЭСТ с последующим становлением ремиссии [29].

С другой же стороны, поскольку недостаточность коры надпочечников, так же как и недостаточность щитовидной железы, проявляется, среди прочих, такими симптомами, как слабость, сонливость, вялость, повышенная утомляемость, склонность к гипотензии (особенно — ортостатической гипотензии), то не вызывает особого удивления тот факт, что пациенты с БА, как и пациенты с гипотиреозом, нередко отличаются плохой переносимостью седативного и гипотензивного действия различных психотропных препаратов, в частности, АД, антипсихотиков (АП) [58].

Плохая переносимость психотропных препаратов пациентами с БА или надпочечниковой недостаточностью иного генеза иногда принимает крайние формы. Так, в литературе описан случай возникновения злокачествен-

ного нейролептического синдрома (ЗНС) после внутривенного введения всего 50 мг атипичного антипсихотика (ААП) сульпирида, использованного как противорвотное у 53-летней пациентки с аддисоническим кризом, развившимся после резкой отмены ГК, назначенных по поводу ревматоидного артрита [17].

Авторы описанного клинического случая особо подчёркивают важность адекватной компенсации недостаточности коры надпочечников или, как в данном случае, экстренного купирования аддисонического криза, до попыток симптоматического применения любых психотропных средств, сколь бы благими намерениями ни мотивировались эти попытки [17].

Показано также, что некоторые психотропные препараты, например, бензодиазепиновые транквилизаторы, опиаты и опиоиды, оказывая угнетающее действие на секрецию АКТГ и кортизола, могут способствовать ухудшению течения БА или даже преципитации аддисонического криза. В контексте анестезиологии они способны увеличить вероятность преципитации аддисонического криза при применении этомидата, пропофола [15].

Важно также и то, что применение АД оказывает многообразное — и не всегда однозначно положительное — воздействие на эндокринные функции. Так, например, применение многих распространённых АД, например, селективных ингибиторов обратного захвата серотонина (СИОЗС) способно привести к снижению уровня свободного тироксина (T_4) в крови. Это может привести к ухудшению течения гипотиреоза, или к проявлению его явных клинических симптомов у пациента с субклиническими формами гипотиреоза, и к необходимости повышения заместительной дозы T_4 [4].

В контексте планирования психотропной терапии у пациентов с БА важно также учитывать влияние различных психотропных препаратов и других принимаемых пациентом лекарств на метаболизм эндогенных и экзогенных ГК и МК в печени, в жировой ткани и в других тканях-мишенях. Прежде всего нужно учитывать ингибирующее или, наоборот, индуцирующее влияние того или иного препарата на активность CYP450 3A4 [25].

В частности, фенобарбитал, фенитоин, карбамазепин, рифампицин, примидон, этосуксимид, пиоглитазон, гормоны щитовидной железы индуцируют CYP450 3A4 и способны существенно снизить эффективность заместительной терапии ГК и МК, ухудшить течение БА или вызвать необходимость повышения доз заместительной терапии [25].

И наоборот, итраконазол, ритонавир, флуоксетин, флувоксамин, дилтиазем, циметидин являются сильными ингибиторами CYP450 3A4, и тормозят катаболизм ГК и МК в печени. Это может привести к признакам

гиперкоррекции и к необходимости снижения замещающих доз ГК и МК при БА. Кроме того, при лечении других заболеваний (например, аутоиммунных) сочетание ГК с одним из ингибиторов СУР450 3А4 может привести к необычно сильной супрессии оси ГГН и к тому, что после отмены ГК врач столкнётся с ятрогенной БА необычной тяжести и продолжительности. В случае ритонавира описаны даже смертельные исходы в результате неучёта подобного взаимодействия [25].

Представление клинического случая

Пациентка С., 1936 г.р., в прошлом рабочая, к моменту обращения за консультацией в 2004 году, в возрасте 68 лет, уже на протяжении 5 лет страдала первичной недостаточностью коры надпочечников (т. е. БА) неустановленной этиологии. До развития БА к психиатрам за помощью не обращалась, наличие психических проблем до этого момента отрицает. Со слов пациентки, у её покойных родителей и у ныне покойной родной старшей сестры психических расстройств также не наблюдалось.

На момент обращения за помощью пациентка получала по назначению эндокринолога заместительную терапию 25 мг гидрокортизона сублингвально, однократно утром. На фоне этой терапии у пациентки сохранялись жалобы на повышенную утомляемость, физическую слабость, пониженный аппетит, «летучие» преходящие боли в мышцах, суставах, сонливость, вялость, апатию, тоскливое, подавленное настроение, плохую память, заторможенность («трудно соображать»). АД у этой пациентки колебалось между 90/60 и 110/70. Наблюдались выраженные нарушения засыпания, «синдром захода солнца» — вечером у пациентки усиливались тревожность, нарушения памяти, порой случались кратковременные эпизоды дезориентации и спутанности, возбуждения. Также пациентка описывала повышенное влечение к солёной и кислой пище.

Сублингвальный гидрокортизон несколько раз за время существования БА у данной пациентки пропадал из аптек РФ. Чем его заменить в таких ситуациях, ни сама пациентка, ни её родственники не знали, инструкций от эндокринолога не получали. Не получали пациентка и её родственники также каких-либо инструкций по коррекции дозы ГК на фоне интеркуррентных инфекций или на фоне психоэмоционального стресса. Это неоднократно приводило к развитию у пациентки аддисонических кризов, протекавших с сильной тошнотой, рвотой, диареей, болями в животе, коллаптоидными состояниями или спутанностью сознания. В этих состояниях пациентку госпитализировали. Аддисонические кризы купировали

внутривенными вливаниями больших доз ГК и инфузиями физиологического раствора, и выписывали без дальнейших инструкций по ведению.

Пациентка и её родственники обращались с жалобами на проблемы в психике за помощью к психиатрам. Получала диагнозы «большой депрессивный эпизод», «деменция». В разное время получала назначения миансерина (до 60 мг), миртазапина (до 30 мг), amitриптилина (до 50 мг), мемантина (до 10 мг), различных «ноотропных препаратов» (пирацетам, пикамилон, пантогам), без какого-либо эффекта на депрессивную симптоматику и нарушения памяти. Переносимость АД была очень плохой: пациентка жаловалась на избыточную седацию, сонливость, усиление физической слабости и вялости. При попытке наращивания дозы amitриптилина до 75 мг у пациентки случился эпизод спутанности сознания, после чего препарат был отменен.

Нами состояние пациентки было расценено как недостаточная компенсация БА. Пациентке и её родственникам была разъяснена жизненная важность постоянной, непрерывной заместительной терапии БА, недопустимость перерывов в ней, важность коррекции дозы ГК и МК вверх при интеркуррентных инфекциях, психоэмоциональном напряжении или стрессе, и обратно вниз по миновании стресса или излечении от интеркуррентного инфекционного заболевания.

Пациентке и её родственникам была также разъяснена важность и необходимость замещения при БА не только выпавшей ГК функции коры надпочечников (причём желательнее в режиме, максимально приближенном к режиму их физиологической суточной секреции), но и их МК функции, а в идеале — также функции биосинтеза надпочечниковых андрогенов (ДГЭА) и прекурсоров ГК и МК (прегненолона).

Поскольку из-за забывчивости пациентка не могла обеспечить рекомендованный нами 3-кратный в сутки приём сублингвального гидрокортизона (25 мг утром, 12,5 мг в обед, 6,25 мг в 18:00), то было принято решение перевести пациентку на ГК с более длительным $T_{1/2}$ — преднизолон (5 мг утром, 2,5 мг в обед). С учётом необходимости замещения также МК функции, а также с учётом меньшей МК активности преднизолон по сравнению с гидрокортизоном, пациентке был добавлен 0,1 мг флудрокортизон (Кортинефф).

На этой заместительной терапии физическое и психическое состояние пациентки значительно улучшилось, АД стало колебаться между 120/70 и 130/80. Отдельно стоит отметить, что после коррекции заместительной терапии у пациентки исчезли эпизоды вечернего возбуждения и спутанно-

сти, улучшилось когнитивное функционирование и память, и соблюдение схемы терапии перестало представлять для неё проблему. Тем не менее, у пациентки сохранялись умеренная физическая слабость, субдепрессивное состояние и нарушения засыпания.

С целью дальнейшей коррекции этих явлений пациентке были добавлены 25 мг ДГЭА утром (в виде БАД от Life Extension) и 100 мг прегненолон вечером перед сном (также в виде БАД от Life Extension). С учётом нарушений засыпания, а также в расчёте на стимуляцию мелатонином остаточной собственной ГК функции надпочечников, пациентке был предложен на ночь, вместе с прегненолоном, 3 мг мелатонин (Мелаксен). С учётом возрастного остеопороза и низкого уровня 25-гидроксивитамина D₃ в крови, пациентке был рекомендован прием кальция, магния и 5000 IU витамина D₃ в сутки (в капсулах).

Эта коррекция заместительной терапии привела к становлению у пациентки полной ремиссии по психическому состоянию, без применения каких-либо психотропных препаратов.

С 2013 года родственники пациентки получили возможность приобрести из Бельгии препарат Пленадрен (продолгованную пероральную, а не сублингвальную, форму гидрокортизона, рассчитанную на однократный в сутки приём, в отличие от обычного гидрокортизона, для которого рекомендован 3-4-кратный приём, и от преднизолона, для которого рекомендован 2-3-кратный приём с уменьшением доз к обеду и вечеру). Пациентка была переведена на приём 37,5 мг Пленадрена однократно утром, с сохранением дозировок остальных компонентов терапии (флудрокортизона, ДГЭА, прегненолона, мелатонина и витамина D). Ремиссия по психическому состоянию сохраняется по сей день.

Выводы

Первичная недостаточность функции коры надпочечников (БА) часто сопровождается развитием психических нарушений, в частности, депрессивных и тревожных расстройств, нарушений памяти и когнитивных функций, а иногда даже психозов, состояний спутанности сознания или делириозных состояний.

Патофизиология столь многообразных психических нарушений при БА до сих пор точно не установлена. Предполагается, что в развитии этих нарушений могут играть роль такие факторы, как гипонатриемия и связанный с ней отек мозга, гиперкалиемия, развивающиеся на фоне анорексии, тошноты, рвоты, диареи и мальабсорбции дефициты различ-

ных витаминов и минералов, гипогликемия, ортостатическая гипотензия и нарушения кровоснабжения ЦНС, гиперсекреция КРФ, β -эндорфина, недостаточность нейростероидов, таких, как ДГЭА и прегненолон, и, возможно, другие, пока неустановленные, факторы.

С другой же стороны, по данным литературы, БА часто сопровождается развитием резистентности депрессий к ранее эффективным АД, в том числе такой степени резистентности, которая вынуждает направлять депрессивных пациентов с БА на ЭСТ. В то же время для пациентов с БА характерна плохая переносимость психотропных препаратов, особенно их седативного и гипотензивного действия. Иногда эта непереносимость принимает крайние формы. Так, в литературе описан случай возникновения ЗНС у пациентки с БА при внутривенном введении всего 50 мг сульпирида как противорвотного. У описываемой же нами пациентки попытка повышения дозы амитриптилина с 50 до 75 мг вызвала холинолитический делирий, спутанность сознания.

Проведённый нами обзор литературных данных показывает, что для адекватной компенсации БА крайне важна максимальная приближённая заместительной терапии ГК к физиологическим паттернам секреции ГК корой надпочечников. Эта проблема ещё далека от своего оптимального разрешения. Для её решения предлагают такие методы, как установка имплантируемой помпы с кортизолом (по аналогии с инсулиновой помпой), приём пролонгированного препарата Пленадрен, высвобождающего большую часть суточной дозы гидрокортизона утром, а меньшую — постепенно в течение суток со снижением к вечеру, 3-4-кратный в сутки приём сублингвального гидрокортизона или 2-3-кратный в сутки приём перорального преднизолона со снижением до малых и очень малых доз к обеду и к вечеру, стимуляция остаточной ГК функции коры надпочечников с помощью АКТГ или мелатонина.

Данные обзора литературы также показывают, что для адекватной компенсации БА часто необходима также компенсация выпадения не только ГК, но и МК функции коры надпочечников (с применением флудрокортизона — Кортинеффа), а также надпочечниковых андрогенов (ДГЭА) и важных нейростероидов, являющихся прекурсорами ГК и МК (прегненолона), особенно у женщин.

Кроме того, следует также учитывать, что БА часто является лишь одним из компонентов — или одним из множества проявлений — полиэндокринной (полигландулярной) недостаточности, и может сопровождаться, например, одновременно также гипотиреозом, сахарным диабетом I типа, гипогонадизмом, недостаточностью мозгового слоя надпочечников (одновременно аутоиммун-

ной деструкции могут подвергаться щитовидная железа, поджелудочная железа, кора и мозговой слой надпочечников, половые железы).

У пожилых пациентов БА может быть одним из компонентов общего «возрастного угасания эндокринных функций», и сопровождаться, например, дефицитом витамина D₃, гормона роста, мелатонина, гипотиреозом, мужским или женским климаксом, инсулинорезистентностью тканей или сахарным диабетом II типа («диабетом пожилых»). Всё это требует соответствующего внимания и коррекции.

Представленный нами клинический случай ярко иллюстрирует вышеприведённые тезисы, и демонстрирует принципиальную возможность устранения психических нарушений при БА с помощью адекватной заместительной терапии, включающей не только ГК (причём в режиме, максимально приближённом к физиологическому суточному паттерну их секреции), но и МК, и надпочечниковые андрогены (ДГЭА) и нейростероиды (прегненолон), причём в данном конкретном случае — **вообще без применения каких-либо психотропных препаратов.**

Кроме того, на наш взгляд, этот клинический случай также демонстрирует необходимость психообучения пациента с БА по поводу жизненной важности непрерывной ГК и МК терапии, недопустимости перерывов в ней, необходимости временной коррекции доз ГК и МК при интеркуррентных инфекциях и психоэмоциональных стрессах, доступности мер первой помощи при аддисонических кризах.

Этот случай также иллюстрирует необходимость повышения квалификации психиатров в области взаимосвязи психической патологии и патологии коры надпочечников, роли БА в развитии резистентности к психотропным средствам или их непереносимости, важности адекватной коррекции БА до назначения психотропной терапии, и необходимость повышения квалификации эндокринологов по вопросу о том, что есть такое адекватная заместительная терапия БА на современном этапе, и как важен в ней учёт того, что кора надпочечников — место биосинтеза не только ГК и МК, но и надпочечниковых андрогенов, и «прекурсоров ГК и МК», являющихся важными нейростероидами *per se*, в частности, прегненолона и ДГЭА.

Список литературы / References

1. Yukina M.Yu., Troshina E.A., Platonova N.M., Bel'tsevich D.G. Nadpochechnikovaya nedostatochnost' [Adrenal insufficiency]. *Sbornik metodicheskikh rekomendatsiy (v pomoshch' prakticheskomu vrachu)* [Collection of guidelines (to help a practitioner)] / ed. E.A. Troshina. M., 2017, pp.149-192.

2. Popov M.YU. Komorbidnaya somaticheskaya patologiya kak predisposylka terapevticheskoy rezistentnosti pri depressii. Soobshchenie 1: Mekhanizmy formirovaniya rezistentnosti [Comorbid medical illness as a predisposing factor for the treatment-resistant depression. Part 1: Mechanisms of treatment resistance]. *Obozrenie psikiatrii i medicinskoj psihologii imeni V.M. Bekhtereva*, 2016, no. 4, pp. 67-72. <https://www.bekhterevreview.com/jour/article/view/48>
3. Abdel-Motleb M. The neuropsychiatric aspect of Addison's disease: a case report. *Innov Clin Neurosci*, 2012, vol. 9, no. 10, pp. 34-36.
4. Abulseoud O., Sane N., Cozzolino A. et al. Free T4 index and clinical outcome in patients with depression. *J Affect Disord*, 2007, vol. 100, no. 1-3, pp. 271-277. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2006.10.012>
5. Albert S.G., Sitaula S. Etomidate. Adrenal Insufficiency and Mortality Associated With Severity of Illness: A Meta-Analysis. *J Intensive Care Med*, 2020, pp. 885066620957596. <https://doi.org/10.1177/0885066620957596>
6. Allolio B., Arlt W., Hahner S. DHEA: why, when, and how much--DHEA replacement in adrenal insufficiency. *Ann Endocrinol (Paris)*, 2007, vol. 68, no. 4, pp. 268-273. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2007.06.018>
7. Anglin R.E., Rosebush P.I., Mazurek M.F. The neuropsychiatric profile of Addison's disease: revisiting a forgotten phenomenon. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 2006, vol.18, no. 4, pp. 450-459. <https://doi.org/10.1176/jnp.2006.18.4.450>
8. Arana G.W., Ross J.B., Ornstein M. The dexamethasone suppression test for diagnosis and prognosis in psychiatry. *Arch Gen Psychiatry*, 1985, vol. 42, pp. 1193-1204. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1985.01790350067012>
9. Attardi B.J., Zeleznik A., Simhan H et al. Comparison of progesterone and glucocorticoid receptor binding and stimulation of gene expression by progesterone, 17-alpha hydroxyprogesterone caproate, and related progestins. *Am J Obstet Gynecol*, 2007, vol. 197, no. 6, pp. 599. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2007.05.024>
10. Baulieu E., Schumacher M. Progesterone as a neuroactive neurosteroid, with special reference to the effect of progesterone on myelination. *Steroids*, 2000, vol. 65, no. 10-11, pp. 605-612. [https://doi.org/10.1016/s0039-128x\(00\)00173-2](https://doi.org/10.1016/s0039-128x(00)00173-2)
11. Burton C., Cottrell E., Edwards J. Addison's disease: identification and management in primary care. *Br J Gen Pract*, 2015, vol. 65, no. 638, pp. 488-490. <https://doi.org/10.3399/bjgp15X686713>
12. Carroll B.J. A specific laboratory test for the diagnosis of melancholia: standardization, validation, and clinical utility. *J Clin Endocrinol Metab*, 1981, vol. 51, pp. 433-437. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1981.01780260017001>
13. Carrozza C., Lapolla R., Gervasoni J et al. Assessment of salivary free cortisol levels by liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

- in patients treated with mitotane. *Hormones (Athens)*, 2012, vol. 11, no. 3, pp. 344-349. <https://doi.org/10.14310/horm.2002.1363>
14. Cleghorn R.A. Adrenal cortical insufficiency: psychological and neurological observations. *Can Med Assoc J*, 1951, vol. 65, no. 5, pp. 449-454.
 15. Daniell H. Opioid and benzodiazepine contributions to etomidate-associated adrenal insufficiency. *Intensive Care Med*, 2008, vol. 34, no. 11, pp. 2117-2118. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1264-8>
 16. Delitala A.P., Fanciulli G., Maioli M et al. Primary symptomatic adrenal insufficiency induced by megestrol acetate. *Neth J Med*, 2013, vol. 71, no. 1, pp.17-21.
 17. Desai D., Gupta K., Kumar R., Biswas A. Levosulpiride-induced neuroleptic malignant syndrome in rheumatoid arthritis. *BMJ Case Rep*, 2018, vol. 2018, pp. 2018-224679. <https://doi.org/10.1136/bcr-2018-224679>
 18. Dubrovsky B. Natural steroids counteracting some actions of putative depressogenic steroids on the central nervous system: potential therapeutic benefits. *Med Hypotheses*, 1997, vol. 49, no. 1, pp. 51-55. [https://doi.org/10.1016/s0306-9877\(97\)90252-8](https://doi.org/10.1016/s0306-9877(97)90252-8)
 19. Dux S., Bishara J., Marom D et al. Medroxyprogesterone acetate-induced secondary adrenal insufficiency. *Ann Pharmacother*, 1998, vol. 32, no. 1, pp. 134. <https://doi.org/10.1345/aph.17122>
 20. Elger W., Beier S., Pollow K. et al. Conception and pharmacodynamic profile of drospirenone. *Steroids*, 2003, vol. 68, no. 10-13, pp. 891-905. <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2003.08.008>
 21. Engel G.I., Margolin S.G. Neuropsychiatric disturbances in internal disease. *Arch Int Med*, 1942, vol. 70, pp. 236-259.
 22. Fava G.A., Sonino N., Morphy M.A. Major depression associated with endocrine disease. *Psychiatr Dev*, 1987, vol. 5, no. 4, pp. 321-348.
 23. Fleseriu M, Petersenn S. Medical therapy for Cushing's disease: adrenal steroidogenesis inhibitors and glucocorticoid receptor blockers. *Pituitary*, 2015, vol. 18, no. 2, pp. 245-252. <https://doi.org/10.1007/s11102-014-0627-0>
 24. Fukai S., Akishita M. Hormone replacement therapy--growth hormone, melatonin, DHEA and sex hormones. *Nihon Rinsho*, 2009, vol. 67, no. 7, pp. 1396-1401.
 25. Grossman A., Johannsson G., Quinkler M., Zelissen P. Therapy of endocrine disease: Perspectives on the management of adrenal insufficiency: clinical insights from across Europe. *Eur J Endocrinol*, 2013, vol. 169, no. 6, pp. 165-175. <https://doi.org/10.1530/EJE-13-0450>
 26. Grossman A.B. Thomas Addison and his disease. *Grand Rounds*, 2004, vol. 4, pp. 8-9.
 27. Harvey P.W. Adrenocortical endocrine disruption. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2016, vol. 155, no. B, pp.199-206. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2014.10.009>

28. Heald A.H., Walther A., Davis J.R.E. et al. No Difference in Mood and Quality of Life in DHEA-S Deficient Adults with Addison's Disease vs. Type 2 Diabetes Patients with Normal DHEA-S Levels: Implications for Management of These Conditions. *Front Psychol*, 2017, vol. 8, pp. 764. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00764>
29. Heijnen W.T., Pluijms E.M., Birkenhager T.K. Refractory major depression successfully treated with electroconvulsive therapy in a patient with Addison's disease. *J ECT*, 2013, vol. 29, no. 2, pp. 137–138. <https://doi.org/10.1097/YCT.0b013e3182756695>
30. Henry M., Wolf P.S., Ross I.L., Thomas K.G. Poor quality of life, depressed mood, and memory impairment may be mediated by sleep disruption in patients with Addison's disease. *Physiol Behav*, 2015, vol. 151, pp. 379–85. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.08.011>
31. Hunt P.J., Gurnell E.M., Huppert F.A. et al. Improvement in mood and fatigue after dehydroepiandrosterone replacement in Addison's disease in a randomized, double-blind trial. *J Clin Endocrinol Metab*, 2000, vol. 85, no. 12, pp. 4650–4656. <https://doi.org/10.1210/jcem.85.12.7022>
32. Iwata M., Hazama G.I., Shirayama Y et al. [A case of Addison's disease presented with depression as a first symptom]. [Article in Japanese]. *Seishin Shinkeigaku Zasshi*, 2004, vol. 106, no. 9, pp. 1110–1116.
33. Johannessen M., Fontanilla D., Mavlyutov T et al. Antagonist action of progesterone at σ -receptors in the modulation of voltage-gated sodium channels. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2011, vol. 300, no. 2, pp. 328–337. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00383.2010>
34. Johnstone P.A., Rundell J.R., Esposito M. Mental status changes of Addison's disease. *Psychosomatics*, 1990, vol. 31, pp. 103–107. [https://doi.org/10.1016/S0033-3182\(90\)72226-8](https://doi.org/10.1016/S0033-3182(90)72226-8)
35. Kasperlik-Załuska A. A., Czarnocka B., Czech W. Autoimmunity as the most frequent cause of idiopathic secondary adrenal insufficiency: report of 111 cases. *Autoimmunity*, 2003, vol. 36, no. 3, pp. 155–159. <https://doi.org/10.1080/0891693031000095871>
36. Kaushik M.L., Sharma R.C. Addison's disease presenting as depression. *Indian J Med Sci*, 2003, vol. 57, no. 6, pp. 249–251.
37. Krueger R.B., Hembree W., Hill M. Prescription of medroxyprogesterone acetate to a patient with pedophilia, resulting in Cushing's syndrome and adrenal insufficiency. *Sex Abuse*, 2006, vol. 18, no. 2, pp. 227–228. <https://doi.org/10.1177/107906320601800208>
38. Kundu S., Bryk J., Alam A. Resolution of Suicidal Ideation With Corticosteroids in a Patient With Concurrent Addison's Disease and Depression. *Prim*

- Care Companion CNS Disord*, 2014, vol. 16, no. 6, pp. 432-436. <https://doi.org/10.4088/PCC.13101578>
39. Laron Z., Kauli R. Experience with cyproterone acetate in the treatment of precocious puberty. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2000, vol. 13, no. 1, pp. 805-810. <https://doi.org/10.1515/jpem.2000.13.s1.805>
 40. Lazaridis I., Charalampopoulos I., Alexaki V.I. Neurosteroid dehydroepiandrosterone interacts with nerve growth factor (NGF) receptors, preventing neuronal apoptosis. *PLoS Biol*, 2011, vol. 9, no. 4, pp. 1001051. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001051>
 41. Lei K., Chen L., Georgiou E.X. et al. Progesterone acts via the nuclear glucocorticoid receptor to suppress IL-1 β -induced COX-2 expression in human term myometrial cells. *PLoS One*, 2012, vol. 7, no. 11, pp. e50167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050167>
 42. Leigh H., Kramer S.I. The psychiatric manifestations of endocrine disease. *Adv Intern Med*, 1984, vol. 29, pp. 413–445.
 43. Lobo A., Pérez-Echeverría M.J., Jiménez-Aznárez A., Sancho M.A. Emotional disturbances in endocrine patients. Validity of the scaled version of the General Health Questionnaire (GHQ-28). *Br J Psychiatry*, 1988, vol. 152, pp. 807-812. <https://doi.org/10.1192/bjp.152.6.807>
 44. Majewska M.D., Mienville J.M., Vicini S. Neurosteroid pregnenolone sulfate antagonizes electrophysiological responses to GABA in neurons. *Neurosci Lett*, 1988, vol. 90, no. 3, pp. 279-284. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(88\)90202-9](https://doi.org/10.1016/0304-3940(88)90202-9)
 45. Mastronardi P., De Vivo P., Varano L., Laforgia V. Propofol and adrenal function. *Minerva Anestesiol*, 1990, vol. 56, no. 7-8, pp. 404-407.
 46. Maurice T., Urani A., Phan V.L., Romieu P. The interaction between neuroactive steroids and the sigma1 receptor function: behavioral consequences and therapeutic opportunities. *Brain Res Brain Res Rev*, 2001, vol. 37, no. 1-3, pp. 116-132. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(01\)00112-6](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(01)00112-6)
 47. Mellon S.H. Neurosteroid regulation of central nervous system development. *Pharmacol Ther*, 2007, vol. 116, no. 1, pp. 107-124. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2007.04.011
 48. Melmed S., Polonsky K.S., Larsen P.R., Kronenberg H.M. Williams Textbook of Endocrinology. 13th Ed. Elsevier, 2015. ISBN 978-0323297387. 1936p
 49. Miller A., Brooks L.K., Poola-Kella S., Malek R. Posaconazole-Induced Adrenal Insufficiency in a Case of Chronic Myelomonocytic Leukemia. *Case Rep Endocrinol*, 2018, vol. 2018, pp. 2170484. <https://doi.org/10.1155/2018/2170484>
 50. Moritz M.L., Ayus C.J. The pathophysiology and treatment of hyponatraemic encephalopathy: an update. *Nephrol Dial Transplant*, 2003, vol. 18, pp. 2486–2491. <https://doi.org/10.1093/ndt/fgf394>

51. Morley J.E. Scientific overview of hormone treatment used for rejuvenation. *Fertil Steril*, 2013, vol. 99, no. 7, pp. 1807-1813. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2013.04.009>
52. Munir S., Waseem M. Addison Disease. StatPearls. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2018.
53. Musselman D.L., Nemeroff C.B. Depression and endocrine disorders: focus on the thyroid and adrenal system. *Br J Psychiatry Suppl*, 1996, vol. 30, pp. 123-128.
54. Prough RA, Clark BJ, Klinge CM. Novel mechanisms for DHEA action. *J Mol Endocrinol*, 2016, vol. 56, no. 3, pp. 139-155. <https://doi.org/10.1530/JME-16-0013>
55. Quinkler M., Oelkers W., Remde H., Allolio B. Mineralocorticoid substitution and monitoring in primary adrenal insufficiency. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2015, vol. 29, no. 1, pp. 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2014.08.008>
56. Reznik Y., Barat P., Bertherat J., Bouvattier C. et al. SFE/SFEDP adrenal insufficiency French consensus: Introduction and handbook. *Practice Guideline Ann Endocrinol (Paris)*, 2018, vol. 79, no. 1, pp. 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2017.12.001>
57. Rupprecht R., Reul J.M., van Steensel B. et al. Pharmacological and functional characterization of human mineralocorticoid and glucocorticoid receptor ligands. *Eur J Pharmacol*, 1993, vol. 247, no. 2, pp. 145-154. [https://doi.org/10.1016/0922-4106\(93\)90072-h](https://doi.org/10.1016/0922-4106(93)90072-h)
58. Rutkowski K., Sowa P., Rutkowska-Talipska J. et al. Dehydroepiandrosterone (DHEA): hypes and hopes. *Drugs*, 2014, vol. 74, no. 11, pp. 1195-1207. <https://doi.org/10.1007/s40265-014-0259-8>
59. Sachar E. Cortisol production in depressive illness: a clinical and biochemical clarification. *Arch Gen Psychiatry*, 1971, vol. 23, pp. 289–298. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1970.01750040001001>
60. Sarkar S.B., Sarkar S., Ghosh S., Bandyopadhyay S. Addison's disease. *Contemp Clin Dent*, 2012, vol. 3, no. 4, pp. 484-486. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.107450>
61. Schultebrucks K., Wingenfeld K., Otte C., Quinkler M. The Role of Fludrocortisone in Cognition and Mood in Patients with Primary Adrenal Insufficiency (Addison's Disease). *Neuroendocrinology*, 2016, vol. 103, no. 3-4, pp. 315-20. <https://doi.org/10.1159/000438791>
62. Scott LJ. Brexanolone: First Global Approval. *Drugs*, 2019, vol. 7, no. 7, pp. 779-783. <https://doi.org/10.1007/s40265-019-01121-0>

63. Squire L.R., Zola-Morgan S. Memory: brain systems and behavior. *Trends Neurosci*, 1988, vol. 11, no. 4, pp. 170–175. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(88\)90144-0](https://doi.org/10.1016/0166-2236(88)90144-0)
64. Sripada R.K., Marx C.E., King A.P. et al. Allopregnanolone elevations following pregnenolone administration are associated with enhanced activation of emotion regulation neurocircuits. *Biol Psychiatry*, 2013, vol. 73, no. 11, pp. 1045-1053. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.12.008>
65. Stewart P.M., Biller B.M., Marelli C. et al. Exploring Inpatient Hospitalizations and Morbidity in Patients With Adrenal Insufficiency. *J Clin Endocrinol Metab*, 2016, vol. 101, no. 12, pp. 4843-4850. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-2221>
66. Suzuki K., Awata S., Oyama Y. et al. Agitated depression successfully treated with electroconvulsive therapy combined with steroid cover in a patient with Addison's disease. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2007, vol. 31, no. 4, pp. 956–958. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2007.01.017>
67. Ten S., New M., Maclaren N. Addison's disease 2001. *J. Clin. Endocrinol Metab*, 2001, vol. 86, pp. 2909–2922. <https://doi.org/10.1210/jcem.86.7.7636>
68. Thomsen A.F., Kvist T.K., Andersen P.K. et al. The risk of affective disorders in patients with adrenocortical insufficiency. *Psychoneuroendocrinology*, 2006, vol. 31, no. 5, pp. 614–622. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2006.01.003>
69. Twardowska K., Rybakowski J. [Limbic-hypothalamic-pituitary-adrenal axis in depression: literature review]. [Article in Polish]. *Psychiatr Pol*, 1996, vol. 30, no. 5, pp. 741-55.
70. Tytherleigh M.Y., Vedhara K., Lightman S.L. Mineralocorticoid and glucocorticoid receptors and their differential effects on memory performance in people with Addison's disease. *Psychoneuroendocrinology*, 2004, vol. 29, pp. 712–723. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(03\)00103-3](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(03)00103-3)
71. Ur E., Turner T.H., Goodwin T.J. et al. Mania in association with hydrocortisone replacement for Addison's disease. *Postgrad Med J*, 1992, vol. 68, no. 795, pp. 41–43. <https://doi.org/10.1136/pgmj.68.795.41>
72. Vallée M. Neurosteroids and potential therapeutics: Focus on pregnenolone. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2016, vol. 160, pp. 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2015.09.030>
73. Vallée M., Mayo W., Le Moal M. Role of pregnenolone, dehydroepiandrosterone and their sulfate esters on learning and memory in cognitive aging. *Brain Res Brain Res Rev*, 2001, vol. 37, no. 1-3, pp. 301-312. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(01\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(01)00135-7)
74. Varghese F.P., Brown E.S. The Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis in Major Depressive Disorder: A Brief Primer for Primary Care Physicians. *Prim Care*

- Companion. J Clin Psychiatry*, 2001, vol. 3, no. 4, pp. 151-155. <https://doi.org/10.4088/pcc.v03n0401>
75. Wagner T.J., Loch S., Lambert S. et al. Transient receptor potential M3 channels are ionotropic steroid receptors in pancreatic beta cells. *Nat Cell Biol*, 2008, vol. 10, no. 12, pp. 1421-1430. <https://doi.org/10.1038/ncb1801>
76. Williams D.A. Foye's Principles of Medicinal Chemistry. 7th Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2012. ISBN 978-1609133450. 1520p.
77. Wu F.S., Gibbs T.T., Farb D.H. Pregnenolone sulfate: a positive allosteric modulator at the N-methyl-D-aspartate receptor. *Mol Pharmacol*, 1991, vol. 40, no. 3, pp. 333-336.
78. Yamamoto T. Latent Adrenal Insufficiency: Concept, Clues to Detection, and Diagnosis. *Endocr Pract* 2018, vol. 24, no. 8, pp. 746-755. <https://doi.org/10.4158/EP-2018-0114>
79. Young E.A., Lopez J.F., Murphy-Weinberg V. et al. Mineralocorticoid receptor function in major depression. *Arch Gen Psychiatry*, 2003, vol. 60, no. 1, pp. 24-28. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.60.1.24>
80. Zouboulis C.C., Makrantonaki E. Hormonal therapy of intrinsic aging. *Rejuvenation Res*, 2012, vol. 15, no. 3, pp. 302-312. <https://doi.org/10.1089/rej.2011.1249>

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Быкова Анастасия Юрьевна, студент

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет Минздрава России»
ул. Мира, 310, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация
anastasiyabykova2@gmail.com

Быков Юрий Витальевич, врач анестезиолог-реаниматолог, врач психиатр-нарколог, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи, педиатрический факультет

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет Минздрава России»
ул. Мира, 310, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация
yubykov@gmail.com

Беккер Роман Александрович, программист, инженер-математик, магистр в области компьютерных наук, исследователь лаборатории автономных роботов, факультет электроники и компьютерных наук

*Университет им. Давида Бен-Гуриона в Негеве
Бен-Гурион, г. Беэр-Шева, 8410501, Израиль
rbekker1@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Anastasia Yu. Bykova, Student

*Stavropol State Medical University
310, Mira Str., Stavropol, 355017, Russian Federation
anastasiyabykova2@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9011-1887*

Yuriy V. Bykov, Anesthesiologist, Psychiatrist, Addiction Medicine Specialist,
Candidate of Medical Sciences, Teaching Assistant at the Department
of Anesthesiology, Reanimatology and Emergency Care, Department
of Pediatrics

*Stavropol State Medical University
310, Mira Str., Stavropol, 355017, Russian Federation
yubykov@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4705-3823*

Roman A. Bekker, Programmer, Computer Engineer, Magister of Computer
Science, Research Officer at the Laboratory of Autonomous Security
Systems (Robotics), Faculty of Electrical and Computer Engineering

*Ben-Gurion University of the Negev
bulv. Ben-Gurion, Beer-Sheva, 8410501, Israel
rbekker1@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0773-3405*

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научно-практический рецензируемый журнал **Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture** издается с целью пропаганды фундаментальных и фундаментально-прикладных региональных достижений в области медицины, химии, биологии, сельского хозяйства и смежных дисциплин на территории Российской Федерации и за рубежом.

Требования к оформлению статей

Объем рукописи	7-24 страницы формата А4, включая таблицы, иллюстрации, список литературы; для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук – 7-10.
Поля	все поля – по 20 мм
Шрифт основного текста	Times New Roman
Размер шрифта основного текста	14 пт
Межстрочный интервал	полуторный
Отступ первой строки абзаца	1,25 см
Выравнивание текста	по ширине
Автоматическая расстановка переносов	включена
Нумерация страниц	не ведется
Формулы	в редакторе формул MS Equation 3.0
Рисунки	по тексту
Ссылки на формулу	(1)
Ссылки на литературу	[2, с.5], цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ССЫЛКИ-СНОСКИ ДЛЯ УКАЗАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ**

Обязательная структура статьи

УДК

ЗАГЛАВИЕ (на русском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на русском языке)

Аннотация (на русском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой
(на русском языке)

ЗАГЛАВИЕ (на английском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на английском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой
(на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

- 1. Введение.**
- 2. Цель работы.**
- 3. Материалы и методы исследования.**
- 4. Результаты исследования и их обсуждение.**
- 5. Заключение.**
- 6. Информация о конфликте интересов.**
- 7. Информация о спонсорстве.**
- 8. Благодарности.**

Список литературы

Библиографический список по ГОСТ Р 7.05-2008

References

Библиографическое описание согласно требованиям журнала

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна (на русском языке)

Электронный адрес

SPIN-код в SCIENCE INDEX:

DATA ABOUT THE AUTHORS

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: дом, улица, город, индекс, страна (на английском языке)

Электронный адрес

AUTHOR GUIDELINES

Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture is a multi-field dedicated peer reviewed scientific journal designed to promote both fundamental and applied regional achievements in the field of medicine, chemistry, biology, agriculture and related sciences on the territory of the Russian Federation and abroad.

Requirements for the articles to be published

Volume of the manuscript	7-24 pages A4 format, including tables, figures, references; for post-graduates pursuing degrees of candidate and doctor of sciences – 7–10.
Margins	all margins –20 mm each
Main text font	Times New Roman
Main text size	14 pt
Line spacing	1.5 interval
First line indent	1,25 cm
Text align	justify
Automatic hyphenation	turned on
Page numbering	turned off
Formulas	in formula processor MS Equation 3.0
Figures	in the text
References to a formula	(1)
References to the sources	[2, p.5], references are given in a single list at the end of the manuscript in the order in which they appear in the text

DO NOT USE FOOTNOTES
AS REFERENCES

Article structure requirements

TITLE (in English)

Author(s): surname and initials (in English)

Abstract (in English)

Keywords: separated with semicolon (in English)

Text of the article (in English)

1. Introduction.

2. Objective.

3. Materials and methods.

4. Results of the research and Discussion.

5. Conclusion.

6. Conflict of interest information.

7. Sponsorship information.

8. Acknowledgments.

References

References text type should be Chicago Manual of Style

DATA ABOUT THE AUTHORS

Surname, first name (and patronymic) in full, job title, academic degree, academic title

Full name of the organization – place of employment (or study) without compound parts of the organizations' names, full registered address of the organization in the following sequence: street, building, city, postcode, country

E-mail address

SPIN-code in SCIENCE INDEX:

СОДЕРЖАНИЕ

КАРДИОЛОГИЯ. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

ВОЗРАСТ-ЗАВИСИМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА В ОСНОВНЫХ
ПОЗНЫХ СОСТОЯНИЯХ

**Л.Р. Диленян, И.В. Бочарин, А.В. Зарипова,
А.К. Мартусевич** 11

ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ

ОСОБЕННОСТИ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАЦИЕНТОВ
С УРЕАПЛАЗМЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

М.С. Зейналов 24

КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ВАРИАНТОВ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕВОГО
ЖЕЛУДОЧКА У ЖЕНЩИН С АРТЕРИАЛЬНОЙ
ГИПЕРТОНИЕЙ РАНЕЕ ПРОЖИВАВШИХ
В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ

Р.А. Яскевич, О.Л. Москаленко 41

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ
И СТРУКТУРА ПАЦИЕНТОВ С COVID-19
В РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ В 2020 ГОДУ

**О.В. Штыгашева, Е.С. Агеева, К.В. Пронькина,
З.Ю. Пузакова** 59

САМОСОХРАНИТЕЛЬНЫЙ АТТИТЮД ПОДРОСТКОВ
И МОЛОДЕЖИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ

И.Н. Симасва, А.О. Бударина 75

ОСОБЕННОСТИ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПАЦИЕНТОВ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ,
НЕ СОСТОЯЩИХ НА ДИНАМИЧЕСКОМ
ДИСПАНСЕРНОМ НАБЛЮДЕНИИ

**В.А. Решетников, А.В. Бадимова,
Э.М. Османов, В.В. Козлов** 99

СИНДРОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ
У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА:
ФАКТОРЫ РИСКА И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
СОСТОЯНИЕ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ

**Т.А. Колодяжная, О.И. Зайцева, Ж.Г. Зайцева,
И.А. Игнатова** 115

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЕОТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
СОЗДАНИЯ КУРТИННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

А.С. Рулев, Г.А. Рулев, О.В. Рулева 131

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ И ЭТИОЛОГИЧЕСКИЕ
ФАКТОРЫ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ЗАДЕРЖАНИЕ
ПЛОДНЫХ ОБОЛОЧЕК У КОРОВ

**И.А. Родин, А.В. Седов, А.В. Капустин,
В.В. Кремянский, Ю.А. Горбачёва** 144

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТВЕТА
СИСТЕМЫ ИММУНИТЕТА ЧЕЛОВЕКА
НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ПРЕБЫВАНИЕ
В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ, ОХЛАЖДЕННОЙ ДО -25°C

Л.В. Губкина, А.В. Самодова 159

ПОКАЗАТЕЛИ ПУЛЬСА, ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО
АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПЕДАГОГОВ СЕВЕРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19 В ПЕРИОД
ДИСТАНЦИОННОЙ РАБОТЫ

М.А. Попова, В.В. Чистова, А.Э. Щербакова 175

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ
СТАТУС И МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ
НА ФОНЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА

**М.Н. Иващенко, А.В. Дерюгина, Т.И. Соловьева,
М.Н. Таламанова, А.А. Белов, В.А. Петров** 193

ВЛИЯНИЕ НЕКРОЗА И АПОПТОЗА
ЛИМФОЦИТОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ
ИММУННЫХ РЕАКЦИЙ

О.А. Ставинская, Л.К. Добродеева, В.П. Патракеева 209

ОЦЕНКА УРОВНЯ СТРЕССОВОЙ
НАГРУЗКИ НА РАСТЕНИЯ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ МЕТОДОМ
ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

В.Б. Иванов, А.В. Щербаков 224

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ БРУСНИКИ
ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.),
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЛЕСНОЙ ЗОНЕ ГОРОДА МАГАДАНА

Е.М. Степанова, Е.А. Луговая 238

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА
И ГИГИЕНА ТРУДА**

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ
БЕЗОПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ
С УЧЕТОМ МОНИТОРИНГА ПУЛЬСОВЫХ ЗОН

**Д.Н. Шалявин, Е.А. Шмелева, Д.В. Тараканов,
Б.Б. Гринченко** 251

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

РАЗВИТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПОДДЕРЖКИ ЭКСПОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ
ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

И.А. Аксенов 273

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ**ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ****БЕЗОПАСНОСТЬЮ АРКТИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ОСНОВЕ
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
АДАПТАЦИИ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ****В.В. Чистова, Е.А. Логунова, К.О. Пашинская,****Е.М. Рыжикова, Е.Д. Романова, А.Г. Васильев, А.Н. Удалов297****ПРЕОДОЛЕНИЕ ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ****ПРИ ДЕПРЕССИИ НА ФОНЕ БОЛЕЗНИ АДДИСОНА****У ПОЖИЛОЙ ПАЦИЕНТКИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ****И КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ****А.Ю. Быкова, Ю.В. Быков, Р.А. Беккер316****ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ352**

CONTENTS

CARDIOLOGY AND CARDIOVASCULAR MEDICINE

AGE-RELATED FEATURES OF THE CARDIAC OUTPUT
IN BASIC POSE CONDITIONS (STANDING/LYING)

L.R. Dilenyan, I.V. Bocharin, A.V. Zaripova, A.K. Martusevich 11

INTERNAL MEDICINE

THE PECULIARITIES OF CLINICO-LABORATORY
CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH UREAPLASMA
INFECTION

M.S. Zeynalov 24

CONSTITUTIONAL FEATURES OF LEFT VENTRICULAR
REMODELING OPTIONS IN WOMEN WITH ARTERIAL
HYPERTENSION WHO PREVIOUSLY LIVED
IN THE ARCTIC REGION

R.A. Yaskevich, O.L. Moskalenko 41

PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE

EPIDEMIOLOGICAL TRENDS AND STRUCTURE OF COVID-19
PATIENTS IN THE REPUBLIC OF KHAKASIA IN 2020

**O.V. Shtygasheva, E.S. Ageeva, Ks.V. Pronykina,
Z.Yu. Puzakova** 59

SELF-PRESERVATION ATTITUDES OF YOUTH AND ADOLESCENTS
DURING THE COVID-19 PANDEMIC

I.N. Simaeva, A.O. Budarina 75

FEATURES OF THE MEDICO-SOCIAL CHARACTERISTICS
OF OPHTHALMIC PATIENTS WHO ARE NOT UNDERGOING
DYNAMIC DISPENSARY OBSERVATION

V.A. Reshetnikov, A.V. Badimova, E.M. Osmanov, V.V. Kozlov 99

- SYNDROME OF AUTONOMIC DYSFUNCTION IN CHILDREN
OF YOUNG SCHOOL AGE: RISK FACTORS AND STRUCTURAL
AND FUNCTIONAL STATE OF ERYTHROCYTE MEMBRANES
T.A. Kolodyazhnaya, O.I. Zaitzeva, Gh.G. Zaitzeva, I.A. Ignatova 115

AGRICULTURAL SCIENCES

- GEOTOPOLOGICAL JUSTIFICATION FOR THE ESTABLISHMENT
OF SHRUBBERY PLANTATIONS
A.S. Rulev, G.A. Rulev, O.V. Ruleva 131
- PREVALENCE AND ETIOLOGICAL FACTORS CAUSING
THE RETENTION OF THE PLACENTA IN COWS
**I.A. Rodin, A.V. Sedov, A.V. Kapustin, V.V. Kremyanskiy,
Yu.A. Gorbacheva** 144

BIOLOGICAL SCIENCES

- INDIVIDUAL FEATURES OF THE RESPONSE
OF THE HUMAN IMMUNITY SYSTEM TO A SHORT-TERM
STAY IN AIRCOOLED TO -25°C
L.V. Gubkina, A.V. Samodova 159
- INDICATORS OF PULSE, CENTRAL AND PERIPHERAL BLOOD
PRESSURE OF NORTHERN UNIVERSITY TEACHERS WHO
UNDERWENT COVID-19 WHILE WORKING REMOTELY
M.A. Popova, V.V. Chistova, A.E. Shcherbakova 175
- THE EFFECT OF LOW-INTENSITY LASER RADIATION
ON THE BIOCHEMICAL STATUS AND MILK PRODUCTIVITY
OF COWS AGAINST THE BACKGROUND
OF TECHNOLOGICAL STRESS
**M.N. Ivashchenko, A.V. Deryugina, T.I. Solovyova,
M.N. Talamanova, A.A. Belov, V.A. Petrov** 193
- COMPARISON OF EXPRESSION OF IMMUNE RESPONSES
DEPENDING ON LEVEL OF PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTE
NECROSIS AND APOPTOSIS IN HUMANS
O.A. Stavinskaya, L.K. Dobrodeeva, V.P. Patrakeeva 209

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF STRESS ON PLANTS
OF WESTERN SIBERIAN RAISED BOGS BY THE METHOD
OF FRACTAL ANALYSIS

V.B. Ivanov, A.V. Scherbakov 224

MINERAL PROFILE OF LINGONBERRY (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.),
GROWING IN THE FOREST ZONE OF MAGADAN

E.M. Stepanova, E.A. Lugovaya 238

ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH

WAYS TO PROVIDE SECURE WORKING CONDITIONS
OF GAS AND SMOKE DIVERS THROUGH MONITORING
THEIR HEART BEAT RATE

D.N. Shalyavin, E.A. Shmeleva, D.V. Tarakanov,

B.B. Grinchenko 251

INTERDISCIPLINARY RESEARCH

DEVELOPMENT OF STATE SUPPORT
FOR EXPORT OF AGRICULTURAL PRODUCTS
AS AN ELEMENT OF THE INTEGRATION POLICY
OF THE EURASIAN ECONOMIC UNION

I.A. Aksenov 273

SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

EFFECTIVE MANAGEMENT OF ARCTIC
TOURISM SAFETY BASED ON BIOMEDICAL PREDICTIVE
MODELS OF ADAPTATION TO EXTREME CONDITIONS

V.V. Chistova, E.A. Logunova, K.O. Pashinskaya,

E.M. Ryzhikova, E.D. Romanova, A.G. Vasiliev, A.N. Udalov 297

OVERCOMING TREATMENT RESISTANCE OF DEPRESSION
IN AN ADVANCED AGE FEMALE PATIENT WITH ADDISON DISEASE:
A LITERATURE REVIEW WITH CLINICAL CASE PRESENTATION

A.Yu. Bykova, Yu.V. Bykov, R.A. Bekker 316

RULES FOR AUTHORS 352

Подписано в печать 31.08.2021. Дата выхода в свет 31.08.2021. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 25,93. Тираж 5000 экз. Свободная цена. Заказ SJLSA134/021. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии: ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.