

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL
JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL
RESEARCH**

Журнал основан в 2007 году
The journal is based in 2007
ISSN 1996-3955

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,564

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,312

№ 6 2022
Научный журнал
Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Подписной индекс по электронному каталогу «Почта России» – ПИ140

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

к.м.н. Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

к.м.н. М.Н. Бизенкова

EDITOR

Natalia Stukova

Senior Director and Publisher

Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.

Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) –
головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,564.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,312.

Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя: 410056, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56

ISSN 1996-3955

Тел. редакции – 8-(499)-704-13-41

Факс (845-2)-47-76-77

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова

Техническое редактирование и верстка Е.Н. Доронкина

Корректор Е.С. Галенкина, Н.А. Дудкина

Подписано в печать – 30.06.2022

Дата выхода номера – 29.07.2022

Формат 60х90 1/8

Типография

ООО НИЦ «Академия Естествознания»

410035, Саратовская область, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 11,5

Тираж 500 экз.

Заказ МЖПиФИ 2022/6

© ООО НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА АДГЕЗИВНЫЕ СВОЙСТВА ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА <i>Алексеев В.А., Мамаева С.Н., Павлова Н.И.</i>	7
СТЕПЕНЬ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ МАКРОМИЦЕТОВ КЫРГЫЗСТАНА <i>Иманбердиева Н.А., Шаршенбеков С.Ш.</i>	12
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ (<i>AGARICUS</i>) В УСЛОВИЯХ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ <i>Сапарбаева У.Ч., Ыскакова Н.С.</i>	17
ВЫДЕЛЕНИЕ И СКРИНИНГ АКТИВНЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ <i>Хасенова Э.Ж., Уланкызы А., Токушев А.А., Данлыбаева Г.А., Тунгышбаева З.Б., Молдагулова Н.Б., Курманбаев А.А.</i>	22

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

СТАТЬИ

ФАКТОРЫ РИСКА И СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ <i>Боконбаева С.Дж., Урматова Б.К., Ким Е.Г.</i>	27
О ЗАГРЯЗНЕНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ И НЕКОТОРЫХ ГОРОДАХ ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Касымова Р.О., Ажиматова М.Р., Абдыгулова И.Б.</i>	34
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ФАКТОРЫ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ <i>Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Фесюн А.Д., Рачин А.П., Яковлев М.Ю.</i>	40
БУРЫЙ ЖИР ПЕРИВАСКУЛЯРНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ АОРТЫ НА РАННИХ СТАДИЯХ АЛИМЕНТАРНОГО ОЖИРЕНИЯ У КРЫС <i>Плескановская С.А., Тачмухаммедова А.Х., Гельдыев А.А.</i>	49
ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ОПУХОЛИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ <i>Томнюк Н.Д., Данилина Е.П., Здзитовецкий Д.Э., Кембель В.Р., Борисов Р.Н.</i>	54
АКТИВНОСТЬ МИКРОСОМАЛЬНЫХ РЕДУКТАЗ В КЛЕТКАХ РАКА ЯИЧНИКОВ, ИНТАКТНЫХ И ДЕФИЦИТНЫХ ПО КАСПАЗЕ-2 <i>Федорова М.В., Шестакова М.А., Проскурнина Е.В.</i>	58
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И ВЫСОКОГОРЬЯ <i>Чернышева Е.А., Байызова А.А., Асеева В.Н., Жусупбекова А.Ж.</i>	63
ДОСТУПНОСТЬ АНЕСТЕЗИИ В СТОМАТОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ <i>Шамитова Е.Н., Сысуева А.А., Гостенкова Л.И.</i>	67

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ПОВРЕЖДЕНИЕ SCIWORA У ДЕТЕЙ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА <i>Кокушин Д.Н., Хусаинов Н.О.</i>	72
--	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**СТАТЬЯ**

РАЗРАБОТКА ЭПОКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ <i>Павлычева Е.А.</i>	77
---	----

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**СТАТЬЯ**

АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ПРОТИВ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ <i>Калмурзаева А.Ш., Джуманазарова А.З., Сариева Ж.К.</i>	81
--	----

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**СТАТЬЯ**

РОЛЬ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ТРУДА В РАЗВИТИИ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Лехтянская Л.В.</i>	87
---	----

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

ARTICLES

EFFECT OF ADDITIVES ON ADHESIVE PROPERTIES OF ECM HYDROGELS <i>Alekseev V.A., Mamaeva S.N., Pavlova N.I.</i>	7
THE DEGREE OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOME TYPES OF MACROMYCETES OF KYRGYZSTAN <i>Imanberdieva N.A., Sharshenbekov S.Sh.</i>	12
FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF REPRODUCTION AND GROWING <i>Saparbaeva U.Ch., Yskakova N.S.</i>	17
ISOLATION AND SCREENING OF ACTIVE BACTERIA STRAINS FOR PROCESSING OF SOLID HOUSEHOLD WASTE <i>Khasenova E.Zh., Ulankyzy A., Tokushev A.A., Danlybaeva G.A., Tungyshbaeva Z.B., Moldagulova N.B., Kurmanbaev A.A.</i>	22

MEDICAL SCIENCES

ARTICLES

RISK FACTORS AND PATTERNS OF MORBIDITY AND MORTALITY IN PREMATURE BABIES <i>Bokonbaeva S.D., Urmatova B.K., Kim E.G.</i>	27
ON AIR POLLUTION IN THE KYRGYZ REPUBLIC AND SOME CITIES OF THE CHUI REGION <i>Kasymova R.O., Azhimatova M.R., Abdygulova I.B.</i>	34
OCCUPATIONAL MORBIDITY AND RISK FACTORS FOR THE HEALTH OF MEDICAL WORKERS OF SANATORIUM-RESORT ORGANIZATIONS <i>Meshkov N.A., Valtseva E.A., Fesyun A.D., Rachin A.P., Yakovlev M.Yu.</i>	40
THE AORTA PERIVASCULAR ADIPOSE TISSUE' BROWN FAT IN THE EARLY STAGES OF ALIMENTARY OBESITY IN RATS <i>Pleskanovskaya S.A. Tachmukhammedova A.Kh., Geldyev A.A.</i>	49
INFLAMMATORY TUMORS OF THE ABDOMINAL CAVITY <i>Tomnyuk N.D., Danilina E.P., Zdzitovetskiy D.E., Kembel V.R., Borisov R.N.</i>	54
ACTIVITY OF MICROSOMAL REDUCTASES IN INTACT AND CASPASE-2 DEFICIENT OVARIAN CANCER CELLS <i>Fedorova M.V., Shestakova M.A., Proskurnina E.V.</i>	58
AUTONOMIC RESISTANCE AND HEART RATE VARIABILITY IN ADOLESCENTS IN HIGH AND LOWER MOUNTAIN <i>Chernysheva E.A., Bayyzoova A.A., Aseeva V.N., Zhusupbekova A.Zh.</i>	63
AVAILABILITY OF ANESTHESIA IN DENTISTRY UNDER SANCTIONS <i>Shamitova E.N., Sysueva A.A., Gostenkova L.I.</i>	67

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

SCIWORA DAMAGE IN CHILDREN. THE CURRENT STATE OF THE ISSUE

Kokushin D.N., Khusainov N.O. 72**TECHNICAL SCIENCES****ARTICLE**DEVELOPMENT OF EPOXY COATING WITH INCREASED THERMAL
INSULATION CHARACTERISTICS*Pavlycheva E.A.* 77**CHEMICAL SCIENCES****ARTICLE**ANTIMICROBIAL PROPERTIES AGAINST PATHOGENIC
AND CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS
OF SILVER NANOPARTICLES PRODUCED FROM PLANT EXTRACTS*Kalmurzaeva A.Sh., Dzhumanazarova A.Z., Sarieva Zh.K.* 81**ECONOMIC SCIENCES****ARTICLE**

THE ROLE OF MANAGEMENT LABOR IN ORGANIZATION DEVELOPMENT

Lekhtyanskaya L.V. 87

СТАТЬИ

УДК 57.04:576.5

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА АДГЕЗИВНЫЕ СВОЙСТВА ГИДРОГЕЛЕЙ
НА ОСНОВЕ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА**¹Алексеев В.А., ²Мамаева С.Н., ¹Павлова Н.И.¹ФГБОУ ВО «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем», Якутск,
e-mail: vldslvalexseev@gmail.com;²ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск

Регенеративная медицина является перспективной и активно развивающейся отраслью на стыке медицины, биологии, материаловедения и инженерии, основной целью которой является улучшение регенеративных способностей организма человека через разработку новых технологий и материалов. Благодаря своим свойствам, гидрогели, в частности гидрогели на основе внеклеточного матрикса (ВКМ), имеют большой потенциал применения в регенеративной медицине. Однако одним из немногочисленных недостатков ВКМ гидрогелей являются их слабые адгезивные свойства, что ограничивает возможность их применения и затрудняет аппликацию на раневую поверхность. В данной работе мы попытались улучшить адгезивные свойства и вязкость гидрогелей, полученных из внеклеточного матрикса свиных мочевых пузырей при помощи таких добавок, как агар и альгинат натрия, которые имеют широкий спектр применения в косметологии, пищевой промышленности и медицине. Органолептический анализ показал, что вязкость и адгезивные свойства гидрогелей на основе ВКМ значительно изменились после добавления агара и альгината натрия в определенной пропорции. Мы надеемся, что данная модификация найдет практическое применение и расширит применение ВКМ гидрогелей в ветеринарии, а также поможет облегчить проведение доклинических испытаний подобных материалов для будущего их применения в медицине.

Ключевые слова: внеклеточный матрикс, ВКМ, гидрогель, регенеративные материалы

**EFFECT OF ADDITIVES ON ADHESIVE PROPERTIES
OF ECM HYDROGELS**¹Alekseev V.A., ²Mamaeva S.N., ¹Pavlova N.I.¹Yakut Science Center of Complex Medical Problems, Yakutsk, e-mail: vldslvalexseev@gmail.com;²M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk

Regenerative medicine is a promising and rapidly developing field standing on the intersection of medicine, biology, material science and engineering, the main goal of which is to enhance the regenerative abilities of the human body through the development of new technologies and materials. Due to their properties, hydrogels, in particular those based on extracellular matrix (ECM), have great potential for application in regenerative medicine. However, one of the few disadvantages of ECM hydrogels is their weak adhesive properties, which limits their use and make their application to the wound surfaces very difficult. In this study, we tried to improve the adhesive properties and viscosity of hydrogels derived from the extracellular matrix of porcine urinary bladders using additives such as agar and sodium alginate, which have a wide range of applications in cosmetics, food industry and medicine. Organoleptic analysis showed that the viscosity and adhesive properties of ECM-based hydrogels changed significantly after the addition of agar and sodium alginate in a certain proportion. We believe that this modification will find practical application and expand the use of ECM hydrogels in veterinary medicine, and also facilitate preclinical testing of such materials for their future application in medicine.

Keywords: extracellular matrix, ECM, hydrogel, regenerative materials

В последнее время все большее внимание в регенеративной медицине стало уделяться децеллюляризованным биологическим тканям и их производным [1]. И если раньше в хирургии в основном использовали такие материалы в форме заплаток или объемных структур, например применимо к сердцу [2], печени [3], трахее [4] и т.д. то в последнее время стало появляться все больше исследований и разработок связанных с использованием гелеобразных материалов. Преимущество последних заключается в том, что они сами принимают необходимую форму, а также могут быть доставлены в необходимое место минимально инвазивным способом.

Основой децеллюляризованных тканей является внеклеточный матрикс (ВКМ), который представляет собой сложный трехмерный комплекс из фибриллярных белков и других биополимеров и является каркасом и средой, в которой существуют клетки многоклеточных животных организмов [5–7]. ВКМ обеспечивает не только структурную функцию, но также участвует во многих клеточных процессах, включая коммуникацию и взаимодействие между клетками, их миграцию и дифференцировку, что отчасти обусловлено содержанием в ВКМ различных ростовых факторов и других сигнальных молекул [8, 9]. Так как белки и другие компоненты, входящие в состав межклеточ-

ного матрикса, практически идентичны среде млекопитающих, это позволяет использовать ВКМ животного происхождения для его применения по отношению к человеку, ввиду сведения к минимуму (или практически исключения) иммунного отторжения организмом человека материалов, созданных на основе животного ВКМ [7].

Внеклеточный матрикс в форме гидрогелей и их производных является идеальной средой для клеток, поэтому применение именно гелевых форм регенеративных материалов наиболее оптимально при таких поражениях, как термические ожоги, инфаркт и др. Для эффективного результата использования гидрогелей в регенеративной медицине они должны обладать определенными свойствами и характеристиками, такими как вязкость, адгезия, плотность, pH и т.д. В данной работе мы попытались изменить адгезивные свойства ВКМ гидрогеля при помощи полисахаридных добавок агара и альгината натрия.

Целью данного исследования являлось улучшение адгезивных свойств и вязкости гидрогелей на основе внеклеточного матрикса при помощи добавок для их более надежной фиксации на раневой поверхности.

Материалы и методы исследования

Внеклеточный матрикс получали из свиных мочевых пузырей, которые были собраны непосредственно после убоя животных. Органы были тщательно промыты дистиллированной водой, а излишки жировой ткани были удалены. Очищенные мочевые пузыри были взвешены и заморожены при -80°C до дальнейшего использования. Замороженный мочевой пузырь размораживали в дистиллированной воде и тщательно промывали 3 раза. Далее органы погружали в фосфатный буфер на 15 мин. Внутренний слой рыхлой соединительной ткани мочевого пузыря (*lamina propria*) отделялся механически, при помощи ножниц и скальпеля. Ткань промывалась 4 раза дистиллированной водой, затем 2 раза фосфатным буфером. Промытую ткань помещали в 1М раствор NaCl и инкубировали на орбитальном шейкере при 200 об/мин в течение суток. Раствор меняли три раза в ходе инкубации по мере отмытки. После инкубации, ткань промывали 3 раза дистиллированной водой на шейкере при тех же условиях в течение 15 мин на каждую промывку. Отмытая ткань помещалась на полтора часа в раствор 0,1 % надуксусной кислоты и 4 % этанола для обеззараживания. После обеззараживания, ткань промывали дистиллированной водой на шейкере 4 раза по 15 мин. На этом этапе обработки были

взяты образцы ткани для дальнейшего гистологического исследования и электронной микроскопии.

После промывки ткань лиофилизировали в течение суток до полного удаления влаги при помощи лиофильной сушки FreeZone 1L (Labconco). Высушенный внеклеточный матрикс стерилизовали ультрафиолетовым излучением внутри ламинарного бокса в течение 1 ч, после чего нарезали при помощи ножниц на небольшие куски размером 3–5 мм. Все подготовительные манипуляции с внеклеточным матриксом проводились внутри ламинарного бокса. Нарезки материала помещались в заранее подготовленные стерильные размольные стаканы, куда также добавляли 2 стальных шара. Подготовленные закрытые размольные стаканы с предварительно размельченным материалом и шарами погружались на 3 минуты в жидкий азот, для предотвращения нагрева измельчаемого материала. Затем размольные стаканы фиксировались в зажимах вибрационной мельницы GT200 (Grinder). Образцы измельчали при 1800 об/мин в течение 10 мин. Измельченный порошок (рис. 1, А) переносили в стерильную пробирку внутри ламинарного бокса для дальнейшей обработки.

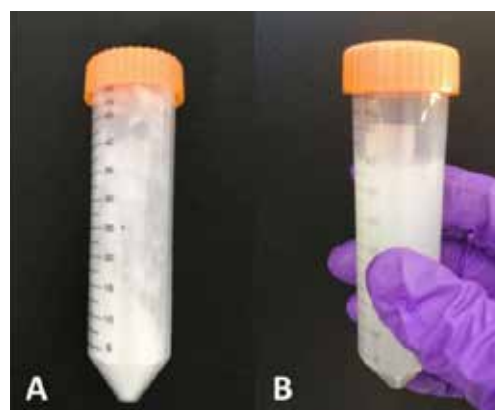


Рис. 1. А) Порошкообразный ВКМ.
В) Растворенный ВКМ
до момента гелеобразования

Для оценки качества децеллюляризации *lamina propria* и её морфологии использовали стандартное окрашивание гематоксилин-эозином с последующим анализом фиксированных препаратов с использованием светового микроскопа. По-видимому, ввиду изначального малого содержания клеток в данной ткани мы не наблюдали интенсивного окрашивания ядер на срезах необработанных образцов (рис. 2, А), образцы после интенсивной отмытки полностью теряли клеточные элементы и давали очень слабое окрашивание (рис. 2, В).

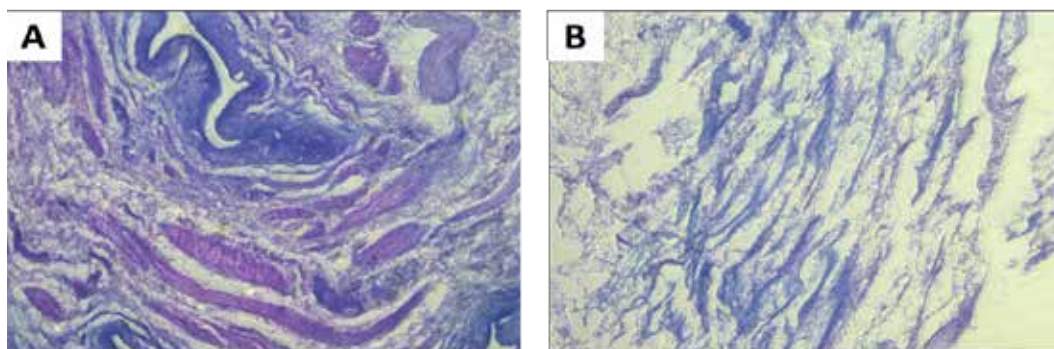


Рис. 2. Гистологические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином, до (А) и после децеллюляризации (В)

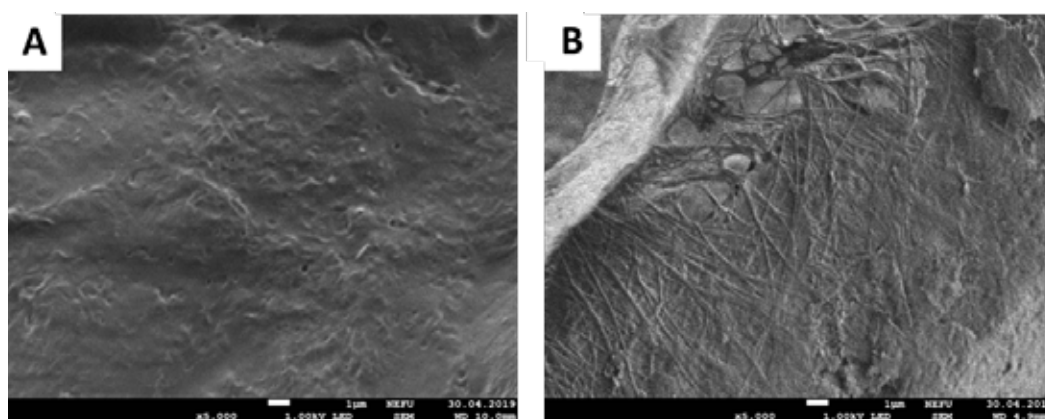


Рис. 3. Микрофотографии, сделанные при помощи метода сканирующей электронной микроскопии при 5000-кратном увеличении, до (А) и после децеллюляризации (В)

Для визуализации структуры ткани до и после обработки применяли растровую (сканирующую) электронную микроскопию с использованием микроскопа JEOL JSM 7800F с разрешающей способностью 1,2 нм при ускоряющем напряжении 1 кВ с термоэлектронным катодом Шоттки и с системой Gentle Beam, позволяющую сканировать объекты нанометрового размера без проводящих покрытий образцов в режиме низких ускоряющих напряжений (1–2 кВ). На полученных микрофотографиях отчетливо видна волокнистая структура, характерная для очищенного внеклеточного матрикса (рис. 3).

Результаты исследования и их обсуждения

Гидрогель из сухого ВКМ был получен по методике, описанной ранее [10] с небольшими модификациями. Вкратце 400 мг порошкообразного ВКМ растворяли в 40 мл раствора пепсина 1 мг/мл в 0,01N HCl. Смесь инкубировали на орбитальном шейкере при комнатной температуре течение

48 ч. После инкубации пре-гель (рис. 1, В) пропускали через нейлоновый фильтр с размером ячейки 100 микрон, для удаления нерастворенных частиц. Далее, пепсин, содержащийся в растворе, инактивировали добавлением 0,1 N NaOH до достижения pH 7,4. Гелеобразование было индуцировано нагреванием раствора на водяной бане до 37 °C в течение 45 мин. Готовый гель доводили до нужной концентрации при помощи фосфатного буфера для использования в дальнейших экспериментах.

Полученный нами ВКМ гидрогель имел нестабильную консистенцию. Это выражалось достаточно твердой желеобразной структурой непосредственно после гелеобразования, однако после хранения в холодильнике или резкой встряски он необратимо переходил в жидкое состояние. Мы предположили, что это могло быть вызвано избытком жидкости в его составе. Поэтому часть жидкости была удалена из геля при помощи центрифугирования в течение 5 мин при 14000 об/мин. В результате объем гидрогеля уменьшился вдвое, однако он стал более плотным.

Характеристики ВКМ гидрогеля в зависимости от состава

Компонент/состав	Адгезивные свойства	Плотность	Гомогенность	Стабильность
2 % агар	низкие, смесь не проявляла адгезивных свойств	высокая	высокая	низкая, смесь расслоилась на фракции спустя некоторое время
4 % альгинат натрия	средние, легкое прилипание к поверхности	низкая	высокая	высокая
4 % альгинат натрия в присутствии ионов Ca^{2+}	низкие, смесь не проявляла адгезивных свойств	средняя	низкая	высокая
6,4% альгинат натрия	средние	средняя	высокая	высокая
1,6% агар и 3,2% альгинат натрия в фосфатном буфере	высокие	средняя	высокая	высокая

Стоит отметить, что внеклеточный матрикс, подвергшийся измельчению в вибрационной шаровой мельнице, давал более гомогенный раствор после обработки пепсином нежели измельчённый при помощи режущей мельницы в предыдущих экспериментах.

Адгезивные свойства полученного гидрогеля были очень низкими, в связи с чем нами была предпринята попытка изменить консистенцию и адгезию гидрогеля добавлением дополнительных веществ.

Для этой цели были выбраны два кандидата, нейтральных, безопасных и широко используемых в косметологии, пищевой промышленности и медицине, а именно агар (#141792.1208, Panreac) и альгинат натрия (#A3249, AppliChem). Компоненты нагревали до 80 °С и перемешивали на шейкере при 1200 об/мин до полного растворения. Затем полученную смесь охлаждали до комнатной температуры и смешивали с ВКМ гидрогелем. Готовую смесь доводили до нужной концентрации фосфатным буфером.

Нами было опробовано несколько комбинаций состава и концентраций агара и альгината натрия, из которых смесь с объемным соотношением 1,6 и 3,2% соответственно показала наилучшие результаты по сравнению с другими вариантами (таблица). Мы также протестировали различные концентрации обоих загустителей. Также, согласно литературным данным, присутствие ионов кальция улучшает кинетику гелеобразования альгината натрия посредством сшивания его молекул между со-

бой [11, 12]. Поэтому в одном из вариантов мы добавили небольшое количество хлорида кальция в раствор альгината натрия.

Как и ожидалось, концентрированные растворы ($\geq 2\%$) приводили к образованию плотных хрупких гелей, которые весьма затруднительно наносить на раневую поверхность, а более низкая концентрация приводила к очень текучим гелеобразным растворам, которые просто стекали с поверхности.

Мы считаем, что разработанный нами состав может стать основой для гелеобразных регенеративных материалов и может облегчить применение внеклеточного матрикса в медицине и ветеринарии.

Заключение

В данной статье мы описали быстрый и недорогой способ модификации гидрогелей на основе внеклеточного матрикса для придания им необходимых свойств, необходимых для их удобного и эффективного применения в ветеринарии и медицине. Нами было опробовано несколько комбинаций состава и концентраций агара и альгината натрия, среди них смесь с объемным соотношением 1,6 и 3,2% соответственно показала наилучшие адгезивные свойства по сравнению с другими вариантами. В своих будущих экспериментах мы планируем протестировать другие возможные добавки и загустители, а также планируем проведение серии экспериментов с использованием клеточных культур и лабораторных животных, для выявления наиболее оптимальной формулы разрабатываемого регенеративного гидрогеля.

Список литературы

1. Harrison R.H., St-Pierre J.P., Stevens M.M. Tissue engineering and regenerative medicine: a year in review. *Tissue Eng Part B Rev.* 2014. No. 20 (1). P. 1–16.
2. D'Amore A., Yoshizumi T., Luketich S.K., Wolf M.T., Gu X., Cammarata M., Hoff R., Badylak S.F., Wagner W.R. Bi-layered polyurethane – Extracellular matrix cardiac patch improves ischemic ventricular wall remodeling in a rat model. *Biomaterials.* 2016. No. 107. P. 1–14.
3. Nobakht Lahrood F., Saheli M., Farzaneh Z., Taheri P., Dorraj M., Baharvand H., Vosough M., Piryaei A. Generation of Transplantable Three-Dimensional Hepatic-Patch to Improve the Functionality of Hepatic Cells In Vitro and In Vivo. *Stem Cells Dev.* 2020. No. 29 (5). P. 301–313.
4. Lei C., Mei S., Zhou C., Xia C. Decellularized tracheal scaffolds in tracheal reconstruction: An evaluation of different techniques. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2021. 19:2280800021106494.
5. Yue B. Biology of the extracellular matrix: an overview. *J Glaucoma.* 2014. No. 23 (8 Suppl 1). P. 20–23.
6. Kular J.K., Basu S., Sharma R.I. The extracellular matrix: Structure, composition, age-related differences, tools for analysis and applications for tissue engineering. *J Tissue Eng.* 2014. No. 5:2041731414557112.
7. Badylak S.F. The extracellular matrix as a biologic scaffold material. *Biomaterials.* 2007. No. 28 (25). P. 3587–3593.
8. Wilgus T.A. Growth Factor-Extracellular Matrix Interactions Regulate Wound Repair. *Adv Wound Care (New Rochelle).* 2012. No. 1 (6). P. 249–254.
9. Schultz G.S., Wysocki A. Interactions between extracellular matrix and growth factors in wound healing. *Wound Repair Regen.* 2009. No. 17 (2). P. 153–162.
10. Freytes D.O., Martin J., Velankar S.S., Lee A.S., Badylak S.F. Preparation and rheological characterization of a gel form of the porcine urinary bladder matrix. *Biomaterials.* 2008. No. 29 (11). P. 1630–1637.
11. Hecht H., Srebnik S. Structural characterization of sodium alginate and calcium alginate. *Biomacromolecules.* 2016. No. 17. P. 2160–2167.
12. Messon J.L., Blanchard C., Mint-Dah F.V., Lafarge C., Assifaoui A., Saurel R. The effects of sodium alginate and calcium levels on pea proteins cold-set gelation. *Food Hydrocolloids.* 2013. No. 31 (2). P. 446–457.

СТЕПЕНЬ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ МАКРОМИЦЕТОВ КЫРГЫЗСТАНА

Иманбердиева Н.А., Шаршенбеков С.Ш.

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, e-mail: nazgul.imanberdieva@manas.edu.kg

В статье представлены результаты работы по выявлению содержания тяжелых металлов в некоторых видах макромицетов, произрастающих на территории г. Бишкека, в различных по уровню техногенного загрязнения участках. Тяжелые металлы оказывают повреждающее действие на разных структурных уровнях организма и трудно выводятся, поэтому актуальной проблемой является поиск эффективных энтеросорбентов, способных снизить их аккумуляцию в организме человека. Такими свойствами обладают сорбенты из природных продуктов, среди которых особое место занимает полисахарид хитин, благодаря таким его уникальным свойствам, как биосовместимость, биodeградируемость, нетоксичность и бактерицидность. Исследования проводились в 2020–2021 гг. Анализировались химико-спектральным методом, который основан на полном испарении анализируемой пробы. Результаты анализов на содержание тяжелых металлов показали, что во всех указанных точках они выше от 23% до 40% по сравнению с контрольной точкой. Повышенное содержание тяжелых металлов по сравнению с контрольной группой объясняется антропогенным фактором и широким использованием их в электротехнике, в различных аккумуляторных соединениях. Содержание ртути превышает только в городской свалке Бишкека. Предметы, представляющие угрозу для окружающей среды и подлежащие утилизации, выносятся вместе с остальными.

Ключевые слова: тяжелые металлы, макромицеты, экология, почва, климат, мониторинг

THE DEGREE OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOME TYPES OF MACROMYCETES OF KYRGYZSTAN

Imanberdieva N.A., Sharshenbekov S.Sh.

Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, e-mail: nazgul.imanberdieva@manas.edu.kg

The article presents the results of work to identify the content of heavy metals in some types of macromycetes growing on the territory of the city of Bishkek, in areas with different levels of man-made pollution. Heavy metals have a damaging effect on different structural levels of the body and are difficult to remove, so an urgent problem is the search for effective enterosorbents that can reduce their accumulation in the human body. Such properties are possessed by sorbents from natural products, among which a special place is occupied by the polysaccharide chitin, due to its unique properties such as biocompatibility, biodegradability, non-toxicity and bactericidal activity. The studies were conducted in 2020–2021. The analysis was carried out by the chemical-spectral method, which is based on the complete evaporation of the analyzed sample. The results of analyses for the content of heavy metals showed that at all these points they are higher from 23% to 40% compared to the control point. The increased content of heavy metals in comparison with the control group is explained by the anthropogenic factor and their widespread use in electrical engineering, in various battery connections. The mercury content exceeds only in the Bishkek city landfill. Items that pose a threat to the environment and are subject to disposal are taken out along with the rest.

Keywords: heavy metals, macromycetes, ecology, soil, climate, monitoring

Основными актуальными проблемами в наше время и в будущем являются загрязнение окружающей среды, в том числе загрязнение тяжелыми металлами. Соединения тяжелых металлов высокотоксичны, мобильны и способны к биоаккумуляции и представляют серьезную угрозу не только человеку, но и для всех живых организмов на Земле. Попадая в биогеохимический цикл, эти вещества способны сохранять свою биологическую активность неограниченно долго. Поэтому одной из основных задач экологического мониторинга является оценка загрязнения экосистем экотоксикантами [1–3].

Некоторые виды живых организмов, например плодовые тела шляпочных грибов, имеют высокую способность поглощать тяжелые металлы и ядовитые вещества. Такие организмы можно использовать как биоиндикатор окружающей среды.

В настоящее время в качестве индикаторных биообъектов используются некоторые виды растений и лишайники [4]. Грибы могут быть потенциальным биоиндикатором окружающей среды. Грибы, с помощью микромедиации, могут уменьшить или полностью удалять загрязнения и восстанавливать деградированные почвы [5]. Грибы как объекты биомониторинга хорошо зарекомендовали себя в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды радионуклидами, плодовые тела шляпочных грибов также интенсивно накапливают тяжелые металлы [6, 7].

В Кыргызстане работы по исследованию содержания тяжелых металлов в грибах не проводились. В основном исследования проводились в микофлористическом и фитопатологическом направлениях. Экологический диапазон распространенности грибов широк. Одни виды грибов приспособились к засушливым районам страны,

другие виды выжили в высокогорных местностях [8, 9].

Целью данной работы является исследование состава макромицетов, произрастающих в г. Бишкеке и его окрестностях, на содержание тяжелых металлов, изучение степени загрязненности окружающей среды исследуемых территорий и выявление причин.

Материалы и методы исследования

Объект исследования: шампиньон обыкновенный (*Agaricus campestris*), произрастающий в исследуемых территориях: парк Аламедин, парк «Театральный» (пересечение проспекта Чуй и улицы Абдрахманова), парк Тоголок Молдо, парк рядом с кожзаводом, Северное кладбище (рынок Дордой/Джунхай) и Бишкекская городская свалка (полигон). В качестве контрольной станции выбрана благополучная с экологической точки зрения территория – Карагачевая роща.

Материалы были собраны в вегетационный период с апреля-мая по сентябрь 2021 г. Координаты месторасположений исследуе-

мых станций определены с помощью GPS оборудования (Garmin, eTrex 12 Channel Handheld). Данные о координатах мест сбора материалов исследования представлены в таблице.

Исследования проводились в 2020–2021 гг. В вегетационный сезон 2020–2021 гг. наибольшее количество осадков наблюдалось в мае, оно составило 100 мм при температуре воздуха 16 °С в 2020 г. и 140 мм при температуре воздуха 22 °С в 2021 г. Относительно влажными оказались за годы исследования апрель и июнь, где выпало почти одинаковое количество осадков в 2020 г. (76 и 73 соответственно) (рис. 2) и в 2021 г. 90 и 86 мм соответственно (рис. 1 и 2).

В 2021 г. выпало большее количество осадков по сравнению с 2020 г., особенно в вегетационный период. Хорошие условия для роста грибов – это высокая влажность почвы и положительная температура воздуха в пределах 5–25 °С. По нашим наблюдениям следует, что соотношение температуры воздуха и количества осадков для роста макромицетов оптимально в период с апреля по август.

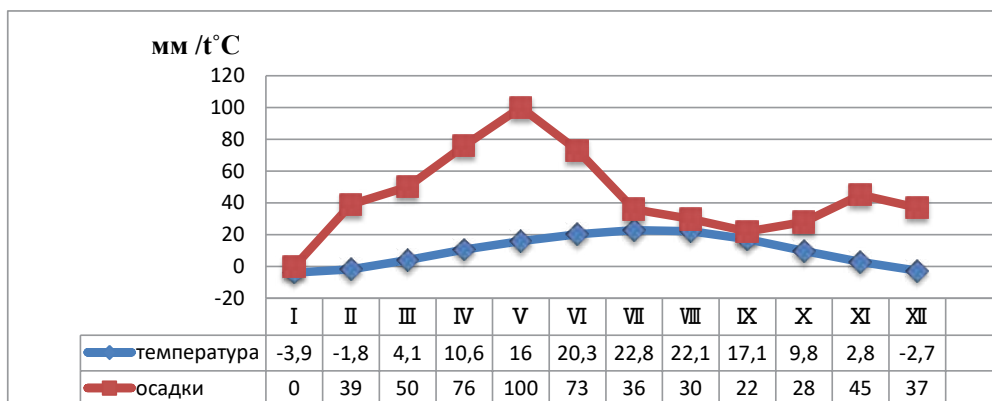


Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха и количество осадков за 2020 г.

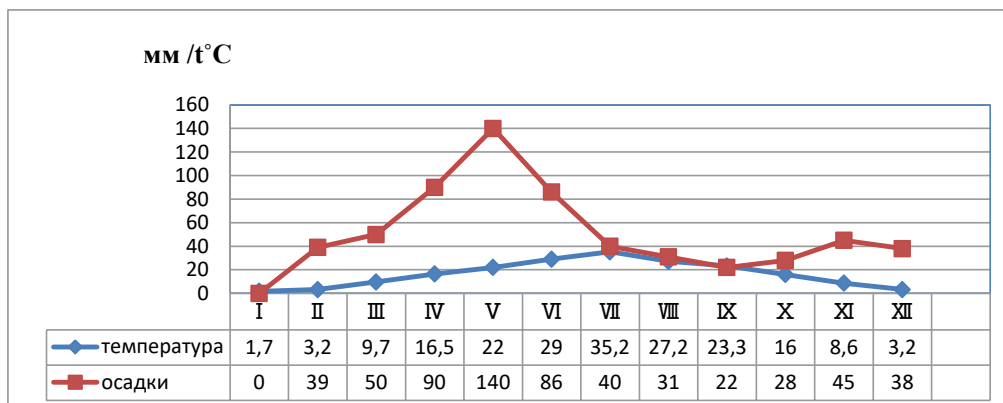


Рис. 2. Среднегодовая температура воздуха и количество осадков за 2021 г.

Анализы проводились химико-спектральным методом, который основан на полном испарении (30–50 мг) анализируемой пробы. В методе используют фракционное испарение пробы из катода и анода дуги постоянного тока. Расшифровку спектрограмм проводят с помощью атласа спектральных линий, который представляет собой сфотографированный спектр железа, по отношению к которому нанесено положение спектральных линий различных элементов.

Пробы почвы по 500 г, взятые из каждой точки, высушивали в полиэтиленовых мешках при комнатной температуре в течение 2 недель и просеивали через сито с размером ячеек 2 мм. Для предотвращения загрязнения каждый образец перед испытанием промывают дистиллированной водой и 96 % этиловым спиртом. Образцы почвы также маркируются. Образцы макромикетов и почвы взвешивают по 0,5 г и помещают в тефлоновые ячейки в системе растворителей.

Результаты исследования и их обсуждение

Тяжелые металлы оказывают повреждающее действие на разных структурных уровнях организма и трудно выводятся, поэтому актуальной проблемой является поиск эффективных энтеросорбентов, способных снизить их аккумуляцию в организме человека и оказывающих на него «мягкое» биологическое воздействие. Такими свойствами обладают сорбенты из природных продуктов, среди которых особое место занимает полисахарид хитин, благодаря таким его уникальным свойствам, как биосовместимость, биodeградируемость, нетоксичность и бактерицидность. Хитин является основным структурным компонентом клеточных стенок грибов, наружных покровов ракообразных и насекомых, грибы способны аккумулировать тяжелые металлы в количествах, превышающих их содержание в окружающей среде. Хитин может выполнять транспортные функции по доставке к органу-мишени биологически активных веществ [10, 11].

Территории наших исследуемых участков – это оживленные парковые зоны, периферийный торговый рынок и городской мусорный полигон.

Парк Аламедин находится на северо-востоке Бишкека рядом с рынком Аламедин. На территории рощи в основном растут дуб, тополь и садовые кустарники. Так как территория находится вблизи рынка, она подвергается загрязнению из-за высокого количества проезжающего транспорта.

Парк «Театральный» находится в центре Бишкека, загружен проезжающим автотранспортом.

Парк Тоголок Молдо – небольшой парк с аллеями, игровой площадкой и памятником кыргызскому поэту Тоголоку Молдо. Расположен на юго-западе Бишкека, где также проезжает поток автомашин.

Парк рядом с кожзаводом – небольшой парк на территории которого в основном растут древесно-кустарниковые насаждения.

Северное кладбище находится неподалеку от рынка Дордой/Джунхай. На территории кладбища растут очень ранообразные древесно-кустарниковые насаждения. В сторону рынка круглый год тянется поток автомашин.

Бишкекский мусорный полигон находится севернее Бишкека и простирается на территории 45 га. Сюда привозят отходы со всей столицы. Полигон построили более 40 лет назад под определенный объем мусора. Сейчас он вмещает в себя в десятки раз больше положенного.

Карагачевая роща (контрольная точка). Роща расположена в северной части города на левом берегу реки Аламедин. На территории рощи в основном растут карагачи, но есть и сопутствующие виды: дуб, клён, орех, липа, берёза. В Карагачевой роще расположены Комсомольское и Пионерское озёра. Общая площадь парка составляет 143 га, из них 50,7 га освоены, остальную площадь занимают деревья.

Для сопоставления степени накопления тяжелых металлов в грибах были рассчитаны коэффициенты биологического поглощения, и проведены сравнения с контрольной точкой (Карагачевая роща). Результаты проб на содержание тяжелых металлов (Mn 14,8; Cu 5,1; Pb 7,5; Cd 13,6; Cr 2,8; Hg 8,4; Ni 1,1 выше от 23 % до 40 % по сравнению с контрольной группой (таблица, рис. 3).

Повышенное содержание свинца может быть из-за тетраэтилена, который используется в нефтепромышленности для повышения октанового числа бензина [12].

Повышенное содержание меди по сравнению с контрольной группой объясняется антропогенным фактором и широким использованием меди в электротехнике. Избыточное содержание хрома объясняется широким использованием хрома для нержавеющей стали, в состав которых часто входят соединения хрома. Содержание никеля и кадмия выше нормы, по сравнению с контрольной группой, объясняется широким использованием в различных аккумуляторных соединениях кадмия и никеля, также кадмий входит в состав многих тугоплавких сплавов металлов. Содержание ртути в пре-

делах нормы в участках с 2 по 6 Содержание ртути превышает норму только на городской свалке Бишкека (таблица). На Бишкекском мусорном полигоне содержание всех тяжелых металлов превышает норму в 3 раза. Причиной является то, что мусор не сортируется вообще.

Мусор, представляющий угрозу для окружающей среды, подлежащий утилизации, также выносятся вместе с остальными. Это могут быть батарейки, различные аккумуляторы, которые зачастую в составе имеют свинец, никель, кадмий и другие тяжелые металлы [13].

Содержание тяжелых металлов в грибах исследуемых территорий

№ п/п	Объект исследования	Содержание элементов							
		Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Cr	Hg	Ni
1	<i>Agaricus campestris</i> (Шампиньон обыкновенный)	Парк Аламедин (42°88'7674"N; 074°64'0910"E)							
		14,8	–	5,1	7,5	13,6	2,8	8,4	1,1
2		Парк «Театральный»							
		15,1	–	4,9	9,08	14,7	2,3	8,0	1,3
3		Парк Тоголок Молдо (42°86'8989"N; 074°59'4475"E)							
		15,125	–	5,25	7,6	14,125	2,8	8,75	1,12
4		Парк рядом с кожзаводом (42°92'9744"N; 074°61'5921"E)							
		15,73	–	5,88	7,904	14,69	2,99	9,1	1,17
5		Северное кладбище, неподалеку от рынка Дордой/Джунхай (42°93'4650"N; 074°61'9493"E)							
		15,851	–	5,502	7,9648	14,803	3,013	9,17	1,179
6		Бишкекский мусорный полигон (42°96'70339"N; 074°58'8541"E)							
		42,35	–	14,7	21,28	39,55	8,05	24,5	3,15
7		Карагачевая роща (контрольная группа) (42°50.026"N)							
		12,1	0,6	4,2	6,08	11,3	2,3	7	0,9

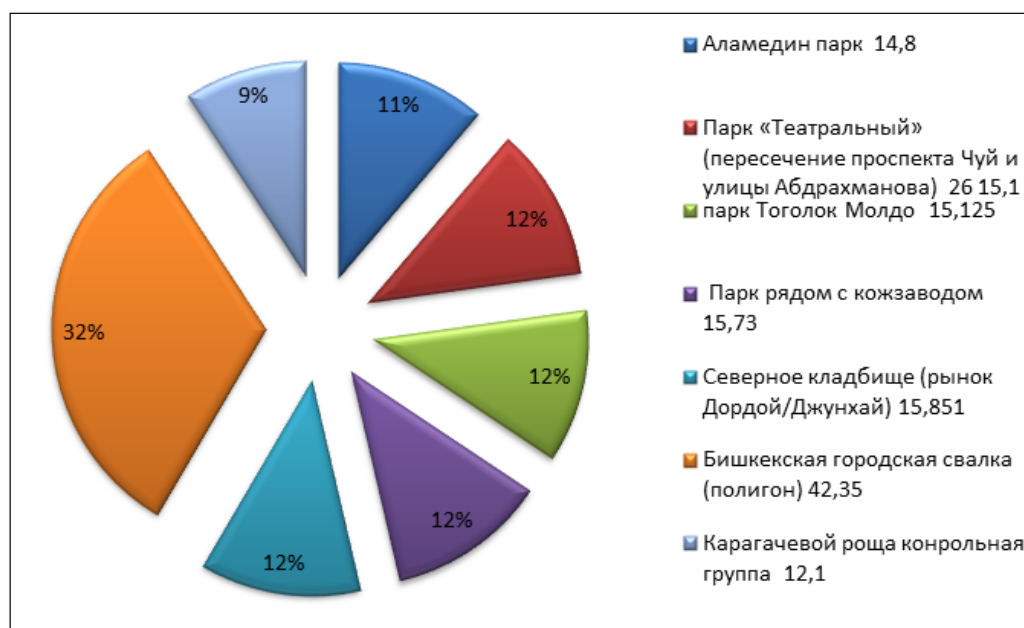


Рис. 3. Степень накопления тяжелых металлов в макромикетах исследуемых территорий (%)

Окружающая среда загрязняется еще и продуктами сгорания бензиновых и дизельных двигателей. Проблема усугубляется тем, что в Кыргызстане старый автопарк машин, от которых больше газовых выбросов переходят в атмосферу, также плохой экологический контроль автомашин, благодаря чему автовладельцы ездят без катализаторов, вследствие чего топливо полнее сгорает [14].

Заключение

Самым загрязненным местом оказалась Бишкекская городская свалка, отсутствие сортировки и переработки мусора сильно загрязняет среду и может привести к экологической катастрофе. Необходимы сортировка и переработка мусора. Утилизация старых авто, ужесточение экологических требований к автомобилям в Кыргызстане. Также нужно проводить разъяснительную работу с населением о важности бережного отношения к природе и сортировке мусора.

Список литературы

1. Ali H., Khan E., Ilahi I. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *J Chem.* 2019. P. 1–14.
2. Mosin L.V., Dovletyarova E.A., Ephraim S.J., Norvosuren J. Environmental risk of soil contamination with heavy metals (on the example of lead). *Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. i V.G. Belinskogo.* 2012. № 29. P. 383–386.
3. Odabasi M., Tolunay D., Kara M., Ozgunerge Falay E., Tuna G., Altioek H., Dumanoglu Y., Bayram A., Elbir T. Investigation of spatial and historical variations of air pollution around an industrial region using trace and macro elements in tree components. *Sci Total Environ.* 2016. V. 550. P. 1010–1021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.197.
4. Пельгунов А.Н., Пельгунова Л.А. Аккумуляция тяжелых металлов грибами на территории национального парка «Плещеево озеро» // Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. 2013. № 2. С. 215–219.
5. Falandysz J., Zhang J., Wang Y.-Z., Saba M., Krasinska G., Wiejak A., Li T. Evaluation of mercury contamination in fungi *Boletus* species from latosols, lateritic red earths, and red and yellow earths in the circum-Pacific mercuriferous belt of Southwestern China. *PLoS One.* 2015. V. 10(11). P. e0143608. DOI: 10.1371/journal.pone.0143608.
6. Mleczek M., Niedzielski P., Kalač P., Budka A., Siwulski M., Gąsecka M., Rzymiski P., Magdziak Z., Sobieralski K. Multielemental analysis of 20 mushroom species growing near a heavily trafficked road in Poland. *Environmental Science and Pollution Research* 23. 2016. P. 16280–16295.
7. Kojta A., Jarzyńska G., Falandysz J. Mineral composition and heavy metal accumulation capacity of Bay Bolete (*Xerocomus badius*) fruiting bodies collected near a former gold and copper mining area. *J Geochem Expl.* 2012. № 121. P. 76–82.
8. Мосолова С.Н., Приходько С.Л. Итоги и перспективы изучения грибов Кыргызстана. Бишкек, 2008. № 3. С. 81–86.
9. Мосолова С.Н. Микробиоты деревьев и кустарников Чуйской долины и северного склона Киргизского хребта. Фрунзе: Илим, 1987. 160 с.
10. Cai M., Hu R., Zhang K., Ma S., Zheng L., Yu Z., Zhang J. Resistance of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to combined heavy metals and potential application in municipal sewage sludge treatment. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2018. P. 1559–1567.
11. Falandysz J. Distribution of mercury in Gypsy *Cortinarius caperatus* mushrooms from several populations: an efficient accumulator species and estimated intake of element. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2014. 110. P. 68–72.
12. Кульнев А.Д., Волков А.А. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом // Фундаментальная и прикладная наука: новые вызовы и прорывы: сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет. Петрозаводск: Международный центр научно-го партнерства «Новая Наука», 2020. С. 347–350.
13. Siric I., Kasap A., Bedekovic D., Falandysz J. Lead, cadmium and mercury contents and bioaccumulation potential of wild edible saprophytic and ectomycorrhizal mushrooms. Croatia. *J. Environ Sci Health.* 2017. V. 52 (3). 2017. P. 156–165. DOI: 10.1080/03601234.2017.1261538.
14. Saba M., Falandysz J., Nnorom I.C. Accumulation and distribution of mercury in fruiting bodies by fungus *Suillus luteus* foraged in Poland, Belarus and Sweden. *Environ Sci Poll Res.* 23. 2016. P. 2749–2757.

УДК 582.28

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНОВ (*AGARICUS*) В УСЛОВИЯХ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ

Сапарбаева У.Ч., Ыскакова Н.С.

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек,
e-mail: uulai_s@mail.ru, naku.3210@gmail.ru

В статье рассказывается о методах размножения и выращивания грибов, в том числе шампиньонов, в условиях Чуйской долины в Кыргызской Республике. В последнее время вызывает беспокойство высокая частота отравлений грибами, потому что употребление в пищу дикорастущих грибов стало опасным. Эти необходимые причины объясняются особой чувствительностью грибов к экологическим условиям окружающей среды. Грибы – это осмотрофные организмы, способные легко и быстро поглощать токсичные вредные вещества из окружающей среды. Поэтому рост спроса населения на грибы, выращенные в искусственных условиях, является естественным явлением. Наше исследование выполнено в фермерском хозяйстве Чуйской области с января по апрель. В целях анализа наблюдений за ростом и развитием *A. bisporus* авторами совместно с работниками частной теплицы проведены исследования особенностей их выращивания на разных по составу субстратах. Максимальная урожайность плодовых тел отмечена на субстрате с раздробленной кочерыжкой кукурузного початка (из двух волн сбора плодов средняя масса составила 5,7 кг / 50 см²), минимальная – на конском с соломой (4,5 кг / 50 см² соответственно). А на субстрате с шелухой хлопка – 5 кг / 50 см². В итоге определена урожайность плодовых тел в зависимости от типа субстрата. Итак, на конском навозе с кукурузной кочерыжкой и шелухой хлопка шампиньоны развиваются активнее, при этом снижаются соответствующие финансовые расходы. В результате полученные данные имеют важное практическое значение для людей, занимающихся выращиванием шампиньонов.

Ключевые слова: грибы, шампиньоны, закрытый грунт, сапротрофные организмы, урожайность, окружающая среда, гумус, субстрат, мицелия

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF REPRODUCTION AND GROWING OF MUSHROOMS (*AGARICUS*) IN THE CONDITIONS OF THE CHUY VALLEY

Saparbaeva U.Ch., Yskakova N.S.

Kyrgyz State University named after I. Arabyev, Bishkek, e-mail: uulai_s@mail.ru, naku.3210@gmail.ru

This article describes the methods of propagation and cultivation of mushrooms, including champignons, in the conditions of the Chui Valley in the Kyrgyz Republic. Recently, the high frequency of mushroom poisoning has been of concern. Because eating wild mushrooms has become dangerous. These necessary reasons are explained by the special sensitivity of fungi to ecological environmental conditions. Mushrooms are osmotrophic organisms that can easily and quickly absorb toxic harmful substances from the environment. Therefore, the growing demand of the population for mushrooms grown under artificial conditions is a natural phenomenon. Our study was carried out on a farm in the Chui region, from January to April. In order to analyze the observations of the growth and development of *A. bisporus*, the authors, together with the employees of a private greenhouse, conducted research on the specifics of their cultivation on substrates of different composition. The maximum yield of fruiting bodies was noted on the substrate with a crushed corn cob stalk (from two waves of fruit picking, the average weight was 5.7 kg/50 cm²), the minimum – on horse with straw (4.5 kg/50 cm², respectively). And on a substrate with cotton husks – 5 kg / 50 cm². As a result, the yield of fruiting bodies was determined depending on the type of substrate. So, on horse manure with corn stalk and cotton husks, champignons develop more actively, while the corresponding financial costs are reduced. As a result, the data obtained are of great practical importance for people involved in the cultivation of champignons.

Keywords: mushrooms, champignons, indoor ground, saprotrophic organisms, productivity, environment, humus, substrate, mycelium

Гриб – это организм, который сохраняет традиционные продукты, обладающие полезными свойствами. Вместе с тем в его составе содержится большое количество минеральных веществ и витаминов группы А, D, В, F, много полезных питательных веществ. Повышает иммунитет, защищает от болезней и останавливает патологические процессы. Самое главное, что грибы являются единственным источником белка, который легко усваивается организмом [1].

Кыргызстан – горная страна, поэтому плодоношение грибов зависит от высоты гор над уровнем моря. В долинах и не-

высоких горах грибы появляются в конце марта или апреля в те годы, когда весна наступает раньше. Климат Кыргызстана – континентальный, выпадает мало осадков. Чуйская область занимает северную часть республики. На северо-западе граничит с Казахстаном, на юго-западе – с Таласской, на юге – с Джалал-Абадской, Нарынской и на востоке – с Иссык-Кульской областями [2]. Климат отличается разнообразием: континентальный, сухой, жаркое лето, умеренная и холодная зима [3].

Срок плодоношения грибов зависит от многих факторов, но главным из них

является гидротермальный режим места их произрастания. По данным А.А. Эльчибаева (1968), средняя суточная температура для образования грибов на территории Кыргызской Республики должна составлять 6–8 °С (оптимально 10–18 °С) и средняя сумма осадков за месяц должна быть не менее 50 мм (оптимально – выше 50) [4].

Сроки развития грибов варьируются от года к году. Теплые сильные дожди весной и осенью увеличивают образование грибов. Именно такое явление произошло в нашей стране в 1999 г., а в 2022 г. и март был очень дождливым, грибы росли очень обильно.

Поскольку шампиньоны богаты витаминами и минералами, их легче переваривать, чем большинство других продуктов, которые можно сочетать с вкусной пищей. Они не содержат холестерина, низкокалорийны и содержат 70–90% растительного белка, необходимого человеку. Исследователи отметили, что в 1 кг шампиньонов содержится столько же белка, сколько в 1 л коровьего молока [1]. В шампиньоне также содержится 20 аминокислот, в том числе незаменимые для организма человека: метионин, цистеин, цистин, триптофан, треонин, валин, лизин, фенилаланин. Некоторые шампиньоны извлекают антибиотики из плодового тела [5].

В настоящее время остро ощущается нехватка пищевого белка во всем мире, в том числе и в нашей стране. Надежным решением этой проблемы считается выращивание съедобных грибов на промышленной основе. Кроме того, выращиваемый гриб позволяет частично решить проблему удаления отходов. Можно сказать, что структура сельского хозяйства – это замкнутый производственный цикл [5].

Как отмечалось выше, в 1999 г. в Кыргызстане было очень дождливо, грибы выросли по всей Чуйской долине на полях, вдоль железных дорог и автомагистралей, на стадионах в селах, вокруг населенных пунктов г. Бишкек. В Ысык-Атинском районе Чуйской области зарегистрировано тяжелое массовое отравление людей грибами из-за использования съедобных грибов, собранных с этих мест. Эти территории нельзя было считать экологически чистыми. Известно, что плодовые тела грибов, несмотря на то, что грибы были высшей категории, являясь осммотрофами, способны аккумулировать все вредные химические загрязнители, другие вредные вещества, обнаруженные в больших количествах в почве и воздухе. Ничто другое не может поглотить столько яда, сколько грибы, поэтому люди легко могут отравиться ими. Следовательно,

из-за этого рост спроса населения на грибы, выращенные в искусственных условиях, безусловно, является естественным явлением [5]. Так целью нашего исследования является изучение технологии выращивания грибов шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) в закрытых помещениях.

Организм гриба шампиньона состоит из двух взаимосвязанных и дополняющих друг друга частей: вегетативной части – мицелия, который растет на субстрате, и генеративной части – плодового тела, расположенного на поверхности субстрата [6], который размножается половым путем или спорами. Размножение грибов отличается от размножения других живых организмов. Более того, каждая большая систематическая группа грибов имеет свои особенности полового процесса. Это может быть небольшая популяция половых клеток и слияние всех половых органов и даже мицелий (целых организмов). У грибов с самой высокой структурой, принадлежащих к большинству шляпочных грибов – базидиомицетов – во время полового процесса сначала образуются гаплоидные краткосрочные мицелии «+» и «-» из спор. Затем «противоположные» мицелии сливаются друг с другом, образуя долгоживущий диплоидный мицелий. Из него образуются плодовые тела, которые снова образуют споры. В то же время ядра диплоидного мицелия не сливаются, а просто сближаются друг с другом.

Пластинки гименофора гриба часто свободны, а иногда и связаны (в начале развития). Всегда с индивидуальным клапаном, остатки располагаются в виде колец или чешуек. Некоторые представители имеют общие закрывки. Самый распространенный и основной род: шампиньон (*Agaricus*), вид этого рода может содержать плодовые тела большого размера, достигая 30 см в высоту и 25 см в диаметре шляпки. Базидий *A. bisporus* держит две споры вместо четырех. Вот почему он назван так и успешно культивируется на богатой гумусом почве, кроме того, его можно выращивать в лабораторных условиях. На сегодняшний день их выращивают около 50 стран в специальных зданиях, на конском навозе или на специально подготовленных субстратах.

Выращивание шампиньонов для Кыргызстана, возможно, сложно в сравнении с другими, потому что их выращивание имеет долгую историю и современные технологии их выращивания должны быть полностью автоматизированы. Их можно выращивать как в открытом, так и в закрытом грунте. В нашей стране выращивают в закрытом грунте один из видов съедобных

грибов *A. bisporus*. В основном выращиваются в северной части Кыргызстана. Так, в Чуйской долине в новостройках, расположенных недалеко от Бишкека, можно найти в с. Манас, с. Маевка, с. Новопокровка. В целом выращиваются в закрытом грунте на четырех участках по всей Чуйской долине, в последнее время из-за конкуренции на двух из них выращивание грибов прекратилось, два из них в настоящее время продолжают производство.

В классической технологии выращивания грибов выполняются следующие процессы: подготовка материнского (маточного) мицелия и субстрата; подготовка сырья; наполнение блоков; улавливание пара и технология процесса охлаждения блоков; посев материнского мицелия на субстрат; инкубация грибов и технология завязывания плодов. В качестве субстрата используются солома, древесина, опилки, опавшие листья и т.д., оставшиеся от растений и др., также используются отходы сельскохозяйственного производства, оставленные фермерами. Для выращивания шампиньонов в качестве компоста можно использовать торф или грунт, предназначенный для фруктов и цветов. В грунт добавляют 150 г мела, 0,8 л воды и конского навоза и хорошо перемешивают. На полученный субстрат высевают 60 мл мицелия. Осторожно перемешивают и выкладывают смесь толщиной 5–8 см в ящики. Ящик накрывают пленкой для проникновения воздуха по краям и держат при комнатной температуре около 3 недель до полного развития мицелия. По мере высыхания поверхности основания необходимо распылять воду. После того, как мицелий полностью вырастет, пленку удаляют, а субстрат переносят в темное влажное место. Плодоношение занимает 5–6 недель.

Современная технология выращивания шампиньона включает в себя приготовление субстрата и заключается в подборе питательных сред для выращивания грибов. При этом питательная среда должна отвечать биологическим потребностям грибов, содержать необходимые для них органические и минеральные соединения [7, 8].

Сначала необходимо на сутки замочить солому в каком-нибудь резервуаре. Затем влажную солому и навоз уложить послойно в штабель (3–4 слоя того и другого). Кроме того, в процессе укладки штабеля каждый слой соломы нужно дополнительно увлажнить [9] (всего на 100 кг соломы 300–400 л воды) и постепенно добавить 0,5 кг суперфосфата и 2 кг мочевины. Затем всю кучу следует тщательно перемешать 4 раза и добавить остальные компоненты.

После первого раза добавить гипс, потом оставшиеся 1,5 кг суперфосфата, после третьего добавить мел и еще раз перемешать. Состав покровного грунта может быть следующий: 1 часть мела + 9 частей торфа (это самая эффективная смесь) или 5 частей торфа + 1 часть мела (известняка) + 4 части огородной земли. На 1 м² площади субстрата понадобится примерно 40–50 кг покровного грунта [9].

На 3–5 день после того, как был засыпан покровный грунт, в помещении необходимо понизить температуру до 12–17 °С. Поверхность покровного грунта следует регулярно увлажнять, избегая попадания воды в субстрат. На этом этапе следует особое внимание уделить вентилированию помещения. Однако проветривать помещение нужно осторожно, без сквозняков [10].

Если температура субстрата повышается выше 27 °С, его необходимо охладить, хорошо проветрить помещение, если же будет ниже нормы – наоборот, согреть, укрыв посевы сухой мешковиной или соломенными матами, поднять температуру в помещении на 2–30 °С, с помощью обогревателя. Через 7–12 дней после посева мицелий хорошо разрастается. На 12–16-й день в зависимости от скорости разрастания мицелия субстрат засыпают покровным грунтом – слоем влажной земли толщиной 3–4 см. Через 3–5 дней после засыпки температуру в помещении снижают до 14–17 °С [7, 8].

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является выращивание *A. bisporus*.

Предметом исследования является технология выращивания *A. bisporus* на разных по составу субстратах.

Таблица 1

Примерные условия выращивания шампиньона двуспорового

Полезная площадь	Объем компоста	Расход мицелия	Температура компоста	Температура в помещении	Влажность воздуха в помещении
1 м ²	100 кг	500 г на 1 м ²	25 °С	17–20 °С	70–95 %

Таблица 2

Результаты выращивания (*A. bisporus*) на разных по составу субстрата

№	Типы субстрата	Средняя урожайность кг / 50 см ²	Начало роста после посева
1	Компост с конским навозом и соломой	4,5 кг / 50 см ²	Через 14 дней
2	Компост с конским навозом и кукурузной кочерыжкой	5,7 кг / 50 см ²	Через 8 дней
3	Компост с конским навозом и шелухой хлопка	5 кг / 50 см ²	Через 10 дней

Методы исследований: теоретические; эмпирические – проведение опытов по выращиванию, наблюдение за ростом и развитием гриба шампиньона двуспорового, табличное отображение результатов.

Сначала по рекомендуемым технологиям выше нами было приготовлено три разных вида компоста. Первый из которых – в соответствии с обычной технологией: конский навоз, смешанный с соломой (она образуется при уборке зерновых культур, таких как пшеница, рожь, просо и т.п.); второй вид: конский навоз с применением раздробленной кочерыжки кукурузного початка (кочерыжка содержит много крахмала, белка и жира); третий – конский навоз с применением шелухи хлопковых семян (хлопковая шелуха представляет собой наружный слой хлопкового семени, характеризуется высоким содержанием клетчатки, низким содержанием белка). Масса этих добавок составила 2–3 % от общей массы субстрата, они были добавлены при закладке субстрата, на 7-й день и через 2 недели после посева. Через 8 дней мицелии гриба начали развиваться на втором субстрате, где добавлена раздробленная кукурузная кочерыжка. На третьем субстрате – из конского навоза с шелухой хлопка мицелий пророс через 10 дней, а на первом субстрате – из конского навоза с соломой мицелий пророс через 14 дней. После прорастания грибницы через 8–12 дней поверхность субстрата засыпали покровным грунтом (на 3–4 см).

Высокая урожайность плодовых тел отмечена на субстрате с раздробленной кочерыжкой кукурузного початка (из двух волн сбора плодов средняя масса составила 5,7 кг / 50 см²), минимальная – на конском навозе с соломой (4,5 кг / 50 см² соответственно). А на субстрате с шелухой хлопка – (5 кг / 50 см²). В итоге определена урожайность *A. bisporus* в зависимости от типа субстрата. Размером полезной площади мы выбрали 50 см², так как это начало нашего исследования, а в дальнейшем будем расширять. Вид мицелия – компостный, покупали в готовом виде у поставщиков.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование выполнено в фермерском хозяйстве Чуйской области с января по апрель. В целях анализа наблюдений за ростом и развитием *A. bisporus* авторами совместно с работниками частной теплицы проведены исследования особенностей их выращивания на разных по составу субстратах. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, при использовании кукурузной кочерыжки в качестве субстрата получили максимальный объем урожая, по сравнению с остальными двумя способами. Сроки созревания плодовых тел тоже минимальные – через 8 дней. Данный способ считается экономически выгодным, чтобы выращивать и получать урожай грибов. Потому в условиях Чуйской долины многие фермеры выращивают кукурузу, а на юге Кыргызстана выращивают хлопок. Поэтому после использования соответствующих частей этих растений в других целях остатки нельзя выбрасывать, а нужно использовать как органические добавки с конским навозом для приготовления компоста, чтобы выращивать грибы.

Заключение

Таким образом, на конском навозе с кукурузной кочерыжкой и шелухой хлопка шампиньоны развиваются активнее, при этом снижаются соответствующие финансовые расходы.

В результате полученные данные имеют важное практическое значение для людей, занимающихся выращиванием шампиньонов.

Список литературы

1. Бацунова Д.О. Перспективы и экономическая эффективность развития грибоводства на Кубани. Аграрная наука, творчество, рост // Сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции (ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 2015 г.). Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «СЕКВОЙЯ», 2015. С. 24–31.

2. Осмонбетов К.О., Мусакожоев Ш.М. Рациональное использование природных ресурсов Чуйского региона КР // Экономический вестник. 2017. № 2. С. 5–18.
3. Подрезов О.А. Современный климат Бишкека, Чуйской долины и Северного склона Киргизского хребта. Бишкек: КРСУ, 2013. 202 с.
4. Эльчибаев А.А. Охотнику за грибами. Фрунзе: Кыргызстан, 1970. 73 с.
5. Филонова Н. Грибы без границ: Тихая охота в Киргизии // Грибник России. 2014. URL: <http://gribnik-rossii.ru/?p=25418> (дата обращения: 16.06.2022).
6. Александрова Е.Г. Формирование урожайности и качества грибов шампиньона двуспорового (*Agaricus bisporus*) при промышленном культивировании на синтетическом субстрате с применением органических добавок и биопрепаратов: дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. Кинель, 2019. 199 с.
7. Ушанева М.Л. Оценка влияния субстрата на урожайность шампиньона двуспорового // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2018. № 25. С. 30–32.
8. Дулов М.И., Александрова Е.Г. Влияние органических добавок на урожайность и морфологические показатели качества грибов шампиньона двуспорового // Известия Самарской ГСХА. 2014. № 4. С. 61–65.
9. Гарибова Л.В. Выращивание грибов. М.: Вече, 2005. 96 с.
10. Нурметов Р.Д., Девочкина Н.Л. Выращивание шампиньона и вешенки (руководство) М.: Россельхозакадемия, 2010. 68 с.

УДК 57.04:628.477

**ВЫДЕЛЕНИЕ И СКРИНИНГ АКТИВНЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**¹Хасенова Э.Ж., ²Уланкызы А., ¹Токушев А.А., ¹Данлыбаева Г.А.,²Тунгышбаева З.Б., ¹Молдагулова Н.Б., ¹Курманбаев А.А.¹ТОО «Экостандарт.kz», Нур-Султан, e-mail: elmira_alta@mail.ru;²«Научно-производственный центр экологической и промышленной биотехнологии», Нур-Султан

В статье представлены данные исследований по выделению микроорганизмов для переработки твердых бытовых отходов методом компостирования. Скрининг активных культур бактерий проводили на основе изучения ферментативной способности. По результатам генетической идентификации культуры были отнесены к разным родам и видам и идентифицированы как *Brevibacillus borstelensis*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus thermoamylovorans*, *Acinetobacter guillouiae*, *Pseudomonas stutzeri*, *Lactobacillus fermentum*, *Bacillus subtilis* и *Saccharomyces cerevisiae*. Было составлено 2 консорциума микроорганизмов из различных таксономических групп. В результате проведенного эксперимента установлено, что консорциум № 1 способен к переработке твердых бытовых отходов. В процессе компостирования наблюдали за температурой, pH, массой отходов. К концу эксперимента переработанные отходы представляли собой массу темного цвета, с отсутствием аммиачного запаха, рыхлой консистенции. Отмечается, что применение консорциума микроорганизмов позволяет ускорить процесс компостирования твердых бытовых отходов, что способствует быстрой переработке отходов для получения органического удобрения. В процессе компостирования микроорганизмы, входящие в состав консорциумов, за счет своей высокой ферментативной активности подавляют патогенную микрофлору, происходит рост и развитие личинок, снижается содержание концентрации сероводорода и меркаптанов.

Ключевые слова: компостирование, микроорганизмы, твердые бытовые отходы, удобрение, консорциум

**ISOLATION AND SCREENING OF ACTIVE BACTERIA STRAINS
FOR PROCESSING OF SOLID HOUSEHOLD WASTE**¹Khasenova E.Zh., ¹Ulankeyzy A., ¹Tokushev A.A., ¹Danlybaeva G.A.,²Tungyshbaeva Z.B., ¹Moldagulova N.B., ¹Kurmanbaev A.A.¹Ecostandart.kz, Nur-Sultan, e-mail: elmira_alta@mail.ru;²Scientific and Production Center of Ecological and industrial Biotechnology, Nur-Sultan

The article presents research data on the isolation of microorganisms for the processing of municipal solid waste by composting. Screening of active cultures of bacteria was carried out on the basis of the study of enzymatic capacity. According to the results of genetic identification, the cultures were assigned to different genera and species and identified as *Brevibacillus borstelensis*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus thermoamylovorans*, *Acinetobacter guillouiae*, *Pseudomonas stutzeri*, *Lactobacillus fermentum*, *Bacillus subtilis*, and *Saccharomyces cerevisiae*. 2 consortia of microorganisms from different taxonomic groups were compiled. As a result of the experiment, it was found that consortium No. 2 is capable of processing municipal solid waste. During the composting process, the temperature, pH, and mass of waste were monitored. By the end of the experiment, the processed waste was a mass of dark color, with no ammonia smell, and a loose consistency. It is noted that the use of a consortium of microorganisms makes it possible to accelerate the process of composting municipal solid waste, which contributes to the rapid processing of waste to obtain organic fertilizer. In the process of composting, the microorganisms that make up the consortia, due to their high enzymatic activity, suppress pathogenic microflora, the growth and development of larvae occurs, and the concentration of hydrogen sulfide and mercaptans decreases.

Keywords: composting, microorganisms, municipal solid waste, fertilizer, consortium

Создание научно-технологических решений, обеспечивающих разработку высокотехнологичной и ускоренной, экологически безопасной, энергоэффективной технологии переработки органической фракции (ОФ) ТБО или БЧТБО в полезный продукт в виде биоорганического удобрения путем биотермокомпостирования на основе смешанной популяции микроорганизмов для уменьшения антропогенной нагрузки полигонов ТБО на окружающую среду, обусловлено снижением содержания разлагаемой органической фракции и использованием их для повышения плодородия почвы [1–5].

Учитывая, что в процессе компостирования принимают участие множество микроорганизмов из различных физиологических групп [6–8], выделение активных штаммов микроорганизмов, перспективных для утилизации органической фракции ТБО, проводили из разных экологических ниш (сточные воды, иловые осадки, почвы, перегнившие листья деревьев и молочнокислые продукты, навоз, свежие и ферментированные овощные и фруктовые продукты и т.п.). Также для проведения исследований отобраны штаммы из лабораторной коллекции микроорганизмов ТОО «Экостандарт.kz».

Материалы и методы исследования

Выделение микроорганизмов проводили из сточной воды, иловых осадков, навоза методом накопительных культур с применением различных видов жидких селективных и универсальных питательных сред (СПБ, MRS-1, Гетчинсона, Хоттингера, Эшби) с последующим пересевом на агаризованные среды методом Коха для изолирования отдельных клеток с целью получения чистых культур. Инкубацию культур производили в термостате при температурных режимах 22, 37 и 45 °С в течение 48–72 ч.

Результаты исследования и их обсуждение

Общее количество выделенных чистых культур составило 32 изолята, из них 4 – желтого цвета, 8 культур белого цвета и остальные – бежевого и кремового цвета.

С целью отбора активных культур, способных разлагать углеводы, белки и жиры, проводили изучение ферментативных свойств выделенных микроорганизмов по

амилолитической, протеолитической, целлюлолитической и липазной активностям.

По результатам экспериментов способностью катализировать гидролиз крахмала обладали 11 выделенных изолятов. Культуры СПА СС-45 и Саб СС-45 показали высокую амилолитическую активность, образуют большие зоны гидролиза крахмала (табл. 1).

Наибольшей протеолитической активностью обладали следующие изоляты: СПА СС-45, СПА л-3-45, СПА л-2-37, MRS л-37, ЦБ1. Максимальные зоны гидролиза жиров наблюдали у изолята Саб-л-1-37.

Высокие показатели целлюлолитической активности отмечены у изолята СПА СС-45. На основе проведенных исследований изоляты с наибольшей ферментативной активностью были отобраны для дальнейших исследований – СПА СС-45, СПА л-3-45, СПА л-2-37, MRS л-37, САБ СС-45, САБ л1-37 и ЦБ1. Также отобран изолят ЖКм, обладающий липазной, амилазной и протеазной активностями.

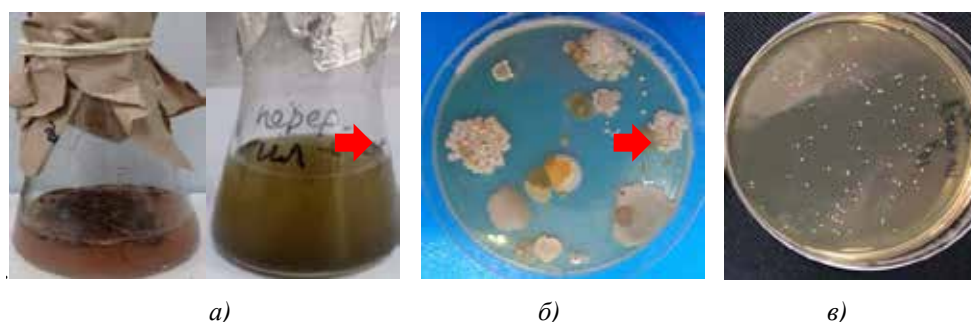


Рис. 1. Выделение культур:
а) накопительная культура б) высев на плотные среды в) чистая культура

Таблица 1

Биологические свойства изолятов и коллекционных штаммов

Изоляты	Ферментативная активность (d, мм)				Антагонистическая активность (d, мм)			
	липаза	амилаза	протеаза	целлюлоза	E. coli	Salmonella	St. aureus	Ser. marcescens
СПА СС-45	2±0,6	16±1,4	18±1,6	8±0,8	6±1,4	6±1,4	0	8±0,8
СПА л-3-45	2±0,08	0	16±1,4	0	6±0,4	0	0	2±0,6
СПА л-2-37	0	3±0,8	18±0,8	0	5±0,8	0	0	0
MRS л-37	0	5±0,14	20±0,8	3±0,4	12±1,4	10±1,6	6±1,4	0
САБ СС-45	0	15±0,10	8±1,6	0	8±0,4	5±0,6	9±1,6	0
САБ л1-37	9±0,8	12±0,21	10±0,8	0	4±0,8	0	0	0
ЦБ1	4±1,6	9±0,12	17±1,4	0	0	5±0,8	0	3±0,8
ЖКм	3±0,4	6±0,11	5±0,08	0	7±1,4	0	5±0,4	0

Таблица 2

Биологические свойства коллекционных штаммов

Коллекционные штаммы	Ферментативная активность (d, мм)				Антагонистическая активность (d, мм)			
	липаза	амилаза	протеаза	целлюлоза	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>St. aureus</i>	<i>Ser. marcescens</i>
<i>B. amyloliquefaciens</i> И15	15±0,8	8±0,08	10±0,14	0	6±1,6	7±0,8	4±0,8	0
<i>Bacillus coagulans</i> П-1-5	0	19±0,11	19±2,2	0	8±1,4	10±0,8	11±1,4	4±0,4
<i>B. licheniformis</i> П-1-6	0	0	0	11±0,8	6±0,4	0	10±1,6	4±0,8
<i>B. megaterium</i> 3х сах-2/1	0	12±0,14	10±1,2	3±0,8	0	5±0,6	0	0
<i>Lb. plantarum</i> 21	0	10±0,16	0	0	15±1,4	10±1,4	10±1,4	6±1,4
<i>Lb. plantarum</i> 414	0	9±0,08	15±0,6	0	10±1,6	6±0,4	8±1,4	4±0,8
<i>Lb. brevis</i> 807	0	12±0,14	17±0,12	0	6±1,4	10±0,14	12±0,17	6±0,11
<i>Weissella confusa</i> Ш2-20	0	13±0,34	16±0,24	0	0	9±0,18	0	0
<i>Enterococcus faecium</i> 804	0	16±0,34	11±0,28	0	10±0,14	6±0,16	8±0,18	7±1,4
<i>Ochrobactrum sp.</i> 846	18±0,16	0	14±0,28	0	6±0,15	0	0	0
<i>Ochrobactrum intermedium</i> Ил-5	0	18±0,32	0	18±0,26	10±0,24	0	0	0
<i>Rhodococcus erythropolis</i> Ф1	14±0,18	12±0,23	8±0,31	3±0,18	8±0,14	0	0	4±0,21

Так как в ТБО могут содержаться болезнетворные микроорганизмы, нами проведены исследования по изучению способности отобранных изолятов к подавлению роста патогенных бактерий к тест-штаммам (*E. coli*, *St. aureus*, *Sal. typhimurium*, *Ser. marcescens*). У всех оцениваемых культур за исключением изолята ЦБ1 антагонистические свойства были выражены по отношению к *E. coli*, к *Salmonella* антагонистическую активность проявляли 4 изолята СПА СС-45, МРС л-37, САБ СС-45, ЦБ1. Рост штамма *St. aureus* подавляли изоляты МРС л-37, САБ СС-45 и ЖКМ. По отношению к штамму *Serratia* антагонизм проявляли СПА СС-45, СПА л-3-45, ЦБ1.

Далее нами была произведена инвентаризация и отбор еще 12 коллекционных ферментативно активных штаммов (табл. 2) из лабораторной коллекции с целью улучшения состава разрабатываемого биологического препарата, который будет не только перерабатывать отходы, но и в результате позволит получить биоорганические удобрения хорошего качества, содержащие комплекс полезных микроорганизмов.

Отбор коллекционных штаммов производили по наличию широкого спектра ферментативной активности. При этом отобранные культуры обладали хорошей протеолитической, амилалитической, жи-

роокисляющей, целлюлолитической и антагонистической активностями.

Все отобранные выделенные чистые культуры и коллекционные штаммы были заложены на долгосрочное и краткосрочное хранение по ранее отработанным методам с целью проведения дальнейших работ.

С целью определения родовой и видовой принадлежности активных выделенных культур микроорганизмов были изучены их культурально-морфологические и биохимические свойства общепринятыми методами в соответствии с определителем Берджи, а также проведено определение нуклеотидных последовательностей генов по консервативному локусу 16S rDNA.

Микроморфология выявила наличие 4 грамотрицательных и 6 грамположительных крупных и мелких прямых палочек размером 0,5–2,5 x 1,2–10 мкм, с закругленными или обрубленными концами, расположенных одиночно, попарно или в цепочку. Кроме того, у всех изолятов клетки были подвижными, за исключением изолята Сабл1-37.

Одной из ключевых сторон фенотипирования является изучение культурально-морфологических свойств по признакам и по характеру роста культур на твердых агаризованных и жидких питательных средах. Также была изучена способность изолятов усваивать углеводы: арабиноза, галактоза,

мальтоза, маннит, мелибиоза, трегалоза, фруктоза, адонит и сорбитол. Определена оксидазо-каталазная активность.

По фенотипическим признакам бактериальные изоляты были отнесены к следующим родам *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*. Один изолят был отнесен к дрожжам *Saccharomyces*.

Для определения видовой принадлежности изолятов была осуществлена идентификация методом определения прямой нуклеотидной последовательности фрагмента 16S rRNA гена, с последующим сравнением нуклеотидной идентичности с последовательностями, депонированными в международной базе данных Gene Bank (табл. 3).

Результаты генетической идентификации свидетельствуют о видовой принадлежности штаммов с гомологией нуклеотидной последовательности 98–100 %.

Таким образом, из различных источников (г. Нур-Султан) было выделено 32 культуры микроорганизмов. Для дальнейших исследований нами отобраны наиболее активные из выделенных изолятов, проявивших наибольшую ферментативную активность: СПА СС-45, СПАл 3-45, СПА л2-37, MRS л-37, САБ СС-45, САБ л1-37, ЦБ-1 и ЖКм. По результатам идентификации культуры были отнесены к разным родам и видам и идентифицированы как *Brevibacillus borstelensis*,

Bacillus pumilis, *Bacillus thermoamylovorans*, *Acinetobacter guillouiae*, *Pseudomonas stutzeri*, *Lactobacillus fermentum*, *Bacillus subtilis* и *Saccharomyces cerevisiae*.

На следующем этапе исследований была проанализирована биосовместимость выделенных культур методом отсроченного антагонизма по отношению друг к другу, так как для создания консорциумов очень важно учитывать тип взаимоотношений между микроорганизмами.

Проведённые исследования показали отсутствие ингибирующего влияния исследуемых культур в отношении друг друга. Размер зоны задержки роста между штаммами находился в пределах 0,0–1,3 мм, что указывает на нормальное развитие микроорганизмов при совместном культивировании (рис. 2).

Все биосовместимые культуры были объединены в одну группу № 1: *Bacillus thermoamylovorans* ЖКм, *Acinetobacter guillouiae* Кабл 1-37, *Pseudomonas stutzeri* ЦБ-1, *Lactobacillus fermentum* MRS л-37, *Bacillus subtilis* СПА СС-45 и *Saccharomyces cerevisiae* КабСС-45, *Bacillus amyloliquefaciens* И15, *Bacillus coagulans* П-1-5, *Bacillus licheniformis* П-1-6, *Bacillus megaterium* 3хсах-2/1, *Lactobacillus plantarum* 21, *Lactobacillus plantarum* 414, *Lactobacillus brevis* 807, *Weissella confuse* Ш2-20, *Enterococcus faecium* 804, *Ochrobactrum intermedium* Ил-5, *Rhodococcus erythropolis* Ф1.

Таблица 3

Идентификация выделенных изолятов

№	Изолят	Наименование по фенотипу	Наименование по генотипу 16S rRNA гена	Процент гомологии, %
1	СПА СС-45	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	100
2	СПАл3-45	<i>Brevibacillus sp.</i>	<i>Brevibacillus borstelensis</i>	98
3	MRS л-37	<i>Lactobacillus sp.</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>	99
4	СПАл2-37	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Bacillus pumilis</i>	98
5	Кабл 1-37	<i>Acinetobacter sp.</i>	<i>Acinetobacter guillouiae</i>	100
6	ЦБ-1	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	99
7	ЖКм	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Bacillus thermoamylovorans</i>	98



Рис. 2. Антагонистические отношения микроорганизмов

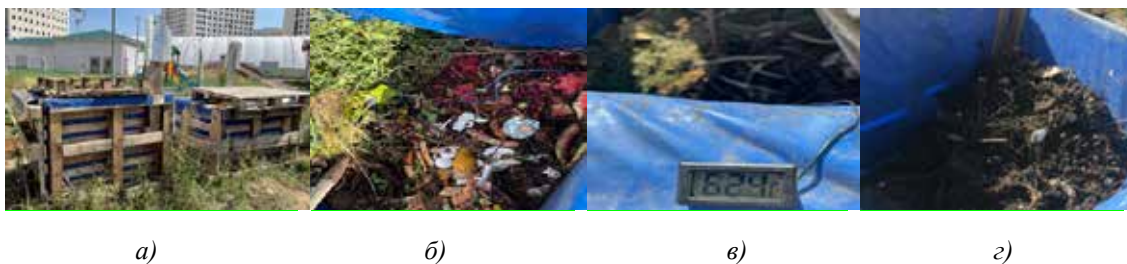


Рис. 3. Опыт по переработке биологических отходов: а – компостер; б – до переработки; в – температура в процессе переработки; г – после компостирования

В группу № 2 вошли отдельные штаммы: *Acinetobacter guillouiae* Сабл 1-37, *Pseudomonas stutzeri* ЦБ-1, *Lactobacillus fermentum* MRS л-37, *Bacillus subtilis* СПА СС-45, *Saccharomyces cerevisiae* СабСС-45, *Bacillus amyloliquefaciens* И15, *Bacillus coagulans* П-1-5, *Lactobacillus plantarum* 414, *Enterococcus faecium* 804, *Ochrobactrum Intermedium* Ил-5 и *Rhodococcus erythropolis* Ф1. Таким образом, сформировано два консорциума микроорганизмов.

Оценку способности составленных консорциумов утилизировать органические субстраты, состоящие из пищевых и растительных остатков, проводили методом компостирования биологических отходов на приусадебном участке (рис. 3).

Степень и эффективность переработки органических отходов оценивали по изменению температуры компоста, кислотности, запаху и визуальному уровню разложения отходов.

Заключение

В результате проведенных исследований были выделены микроорганизмы для переработки твердых бытовых отходов методом компостирования. Скрининг активных культур бактерий проводили на основе изучения ферментативной способности. По результатам генетической идентификации культуры были отнесены к разным родам и видам и идентифицированы как *Brevibacillus borstelensis*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus thermoamylovorans*, *Acinetobacter guillouiae*, *Pseudomonas stutzeri*, *Lactobacillus fermentum*, *Bacillus subtilis* и *Saccharomyces cerevisiae*.

Из отобранных штаммов микроорганизмов было составлено два консорциума из различных таксономических групп. В результате компостирования ОФТБО наилучшие показатели по визуальной оценке выявлены при использовании консорциума № 1, состоящего из 18 культур микроорганизмов, при этом продолжительность

переработки составила 5 суток, повышение температуры компостной кучи отмечали на вторые сутки после внесения консорциума. Тогда как при использовании консорциума № 2 температура компоста повышалась на четвертые сутки и продолжительность переработки увеличивалась до 10 суток. По визуальной оценке переработанная консорциумом № 1 масса имела рыхлую однородную структуру, без запаха, темно-коричневого цвета и без неразложившихся остатков органической фракции. Исходя из полученных данных, по предварительной оценке, отобран консорциум № 1, состоящий из комплекса 18 полезных микроорганизмов.

Список литературы

1. Витковская С.Е., Дричко В.Ф. Влияние компоста из твердых бытовых отходов на урожай зерновых культур и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2004. № 6. С. 35–41.
2. Тен Хак Мун, Чень Вань Фен, Имранова Е.Л., Кирикено О.А., Ганин Г.Н. Влияние компостной закваски на ускорение компостирования органических веществ // Агрохимия. 2004. № 2. С. 63–66.
3. Коржова А.Е., Молодкина Н.Р. Применение компоста из твердых бытовых отходов для лесовосстановления // Молодой учёный. Экология. 2021. № 20 (362). С. 133–135.
4. Малюхин Д.М. Экологические аспекты использования органогенных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов // Геоэкология. Санкт-Петербург. 2018. С. 19–23.
5. Sayara T., Sánchez A. A Review on Anaerobic Digestion of Lignocellulosic Wastes: Pretreatments and Operational Conditions. Applied Sciences. 2019. vol. 9 (4655). P. 1–23. DOI: 10.3390/app9214655.
6. Денафас Г., Камаревцевас Э., Хоффманн М., Михайленко В., Шмарин С., Мартин Г., Романов М., Леднова Ю., Туркадзе Ц., Абуладзе Г., Людвиг Х. Сезонное изменение состава бытовых отходов // Твердые бытовые отходы. 2014. № 2. С. 39–43.
7. Малюхин Д.М. Экологические аспекты использования органогенных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов // Геоэкология. Санкт-Петербург. 2018. С. 19–23.
8. Клинов С., Беляев П.С., Однолько В.Г., Соколов М.В., Макеев П.В., Шашков И.В. Утилизация и переработка твердых бытовых отходов. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 188 с.

СТАТЬИ

УДК 616-053.2-036.8

**ФАКТОРЫ РИСКА И СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ
И СМЕРТНОСТИ НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ**¹Боконбаева С.Дж., ²Урматова Б.К., ¹Ким Е.Г.¹Кыргызско-Российский Славянский университет, Бишкек,
e-mail: sbokonbaeva@gmail.com, el_kim2005@mail.ru;²Кыргызская государственная медицинская академия, Бишкек,
e-mail: begaimkubanychbek@gmail.com

Недоношенность является одной из основных причин, обуславливающей лёгкость возникновения, тяжесть клинического течения и исход ряда неонатальных заболеваний. Актуальность изучения патологии недоношенных детей обусловлена тем, что их смертность в 10 раз выше, чем у доношенных, а заболеваемость достигает до 70–80%, что является важной медицинской, социальной и экономической проблемой для государств. С введением критериев живорожденности Всемирной Организации Здравоохранения возросла необходимость изучения проблем недоношенности. В данной работе проведены исследования факторов риска, структуры заболеваемости и смертности 405 умерших недоношенных детей. Установлено, что смертность недоношенных повышена в зонах экологического неблагополучия: техногенного и социального, чаще в ante- и постнатальном периодах. Выявлены медико-биологические и социальные предикторы преждевременных и индуцированных родов. В структуре основных заболеваний, приведших к летальному исходу, преобладают антенатальная асфиксия плода, врожденные пороки развития и синдром дыхательных расстройств. Установлено, что основной причиной индуцированных родов являются врожденные пороки развития ($p < 0,01$), которые за последние два десятилетия увеличились практически в 3 раза. В структуре ВПР преобладают ($p < 0,01$) множественные пороки развития и врожденные пороки развития центральной нервной системы. При гистохимических исследованиях плацент матерей погибших детей отмечается хроническая фетоплацентарная недостаточность, обусловленная воспалительным процессом лейкоцитарного, лимфоцитарного и смешанного генеза.

Ключевые слова: неонатальная заболеваемость, смертность, недоношенный, фетоплацентарная недостаточность, факторы риска, критерии живорожденности, индуцированные роды

**RISK FACTORS AND PATTERNS OF MORBIDITY
AND MORTALITY IN PREMATURE BABIES**¹Bokonbaeva S.D., ²Urmatova B.K., ¹Kim E.G.¹Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, e-mail: sbokonbaeva@gmail.com, el_kim2005@mail.ru;²Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, e-mail: begaimkubanychbek@gmail.com

Prematurity is one of the main reasons for the ease of onset, severity of clinical course and outcome of a number of neonatal diseases. The relevance of studying the pathology of premature babies is due to the fact that their mortality is 10 times higher than that of full-term babies, and the morbidity reaches 70–80%, which is an important medical, social and economic problem for countries. With the introduction of the criteria of live birth of the World Health Organization the need to study the problems of prematurity has increased. In the present work the study of risk factors, morbidity and mortality structure of 405 died premature babies was carried out. It was established that prematurity mortality is higher in the areas of environmental disadvantage: man-made and social, more often in the ante- and postnatal periods. Medico-biological and social predictors of preterm and induced labor were identified. Antenatal asphyxia, congenital malformations, and respiratory distress syndrome predominate in the structure of the main diseases resulting in fatal outcome. Congenital malformations were found to be the major cause of induced labor ($p < 0.01$), which have increased practically threefold over the past two decades. Multiple malformations and congenital malformations of the central nervous system predominate in the structure of birth defects ($p < 0.01$). Histochemical studies of the placentas of the mothers of dead children showed chronic fetoplacental insufficiency due to inflammatory process of leukocytic, lymphocytic and mixed genesis.

Keywords: neonatal morbidity, mortality, prematurity, fetoplacental insufficiency, risk factors, live birth criteria, induced delivery

Социально-экономические катаклизмы, развал профилактической медицины, снижение качества медицинского наблюдения за женщинами фертильного возраста и беременными, нарушение программы ВОЗ рационального планирования семьи, ликвидация детских поликлиник, ухудшение мониторинга за состоянием здоровья матерей и их новорожденных детей обусловило рост перинатальной патологии в нашей стране, которая вышла на первое

место в структуре детской заболеваемости и смертности [1, 2].

Недоношенность является одной из важнейших причин неонатальной заболеваемости и смертности детей. Актуальность изучения патологии недоношенных детей обусловлена тем, что их смертность в 10 раз выше, чем у доношенных, а заболеваемость достигает до 70–80%, что является важной медицинской, социальной и экономической проблемой для государств [3–5].

В нашей стране с 2017 г. впервые стала выделяться группа недоношенных детей с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ), что, несомненно, должно было повысить показатель частоты рождения недоношенных детей, повышение их заболеваемости и смертности. Однако этого не произошло. Положительный результат, несомненно, связан с внедрением в стране современных технологий по реанимации и выхаживанию недоношенных детей. В то же время существует возможность некачественного учета недоношенных детей с ЭНМТ. Имеется опасность причислить этих детей к мертворожденным или к плодам с поздним выкидышем, и дети, лишённые своевременной реанимационной помощи и выхаживания, могут погибнуть, что и обуславливает актуальность изучения факторов риска преждевременных родов и их профилактики.

Необходимо отметить проблему и в аутопсии новорожденных. Полная диагностическая аутопсия считается золотым стандартом, помогающим в определении причин мертворождения и неонатальной смертности. Однако она обычно не практикуется в странах Азии из-за религиозных убеждений и отсутствия ресурсов. Учитывая это, по данным ряда зарубежных авторов, был рекомендован минимально инвазивный забор тканей как менее травматичный и менее дорогой для анализа материала. Он включает гистологическое исследование ткани органа и полимеразную цепную реакцию (ПЦР) или бактериальный посев для оценки различных патологических организмов [6]. Но, к сожалению, в КР данный метод не применяется из-за вышеперечисленных причин.

Развитие ребенка в эмбриональной стадии в первую очередь обусловлено факторами риска: состоянием макро- и микросреды с момента зачатия, а зачастую до зачатия, стадии прогенеза – и определяет его здоровье и качество жизни. В дальнейшем важнейшую защитную функцию на себя берет плацента. Но «щит» не всегда срабатывает. Одной из ведущих причин в генезе развития недоношенности являются морфофунк-

циональные изменения в плаценте, что приводит к формированию синдром-комплекса фетоплацентарной недостаточности (ФПН) [7–9]. Региональные особенности структуры перинатальной патологии и морфологии ФПН у нас в стране ещё не изучались. Таким образом, актуально выявление комплекса экологических факторов риска: медико-биологических и социальных – в реализации преждевременных или индуцированных родов, заболеваемости и смертности недоношенности детей, для расширения научно обоснованных профилактических программ, прогнозирования развития, тяжести течения и исхода.

Цель исследования – изучить факторы риска, структуру заболеваемости и смертности недоношенных детей для расширения медико-профилактических программ.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования явились 405 протоколов вскрытия умерших недоношенных детей за 2017–2019 гг. в Республиканском патологоанатомическом бюро г. Бишкека. Использованы клинические, патологоанатомические, гистохимические, микробиологические методы исследования. Статистический анализ данных выполнялся с использованием программ «SPSS 16».

Результаты исследования и их обсуждение

В структуре перинатальной смертности в целом дети чаще ($p < 0,001$) умирают в ante- и постнатальном периодах в равных соотношениях ($p > 0,05$). Интранатальная смерть отмечается в 3,7 раз реже. В динамике по годам исследования наблюдается изменчивость структуры перинатальной патологии, приводящая к смерти детей. Установлено, что в 2017 г. превалировала постнатальная ($p < 0,05$) смерть детей. Однако в последние два года стало больше ($p < 0,05$) детей умирать в антенатальном периоде. Существенно снизилась (40,48% и 39,66% против 50,88%, $p < 0,05$) постнатальная смертность (табл. 1).

Таблица 1

Перинатальная смертность недоношенных детей

Перинатальная смертность	2017	2018	2019	всего %
Антенатальная	44 (38,60%) **	56 (44,45%) **	55 (47,42%) ***	155 (43,54%) ***
Интранатальная	12 (10,53%)	19 (15,08%)	15 (12,94%)	46 (12,92%)
Постнатальная	58 (50,88%) ***	51 (40,48%) **	46 (39,66%) **	155 (43,54%) ***
Всего	114 (32,03%)	126 (35,40%)	116 (32,59%)	356 (100%)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

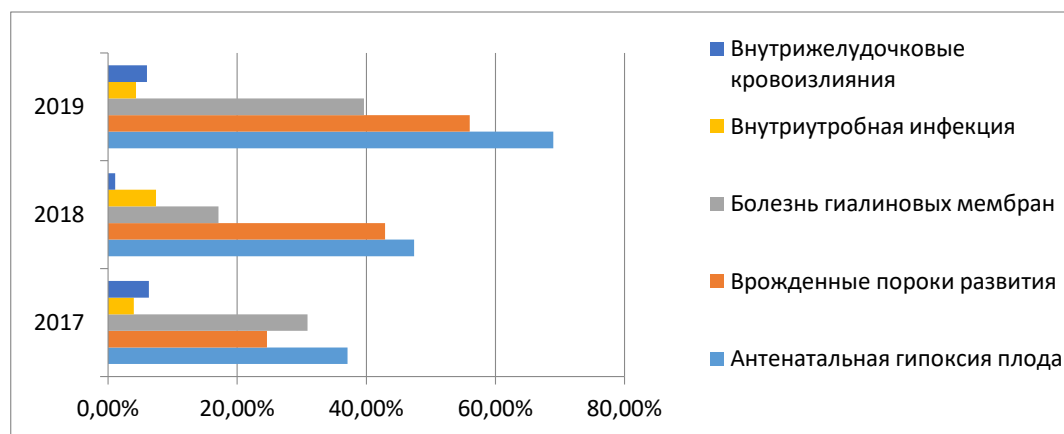


Рис. 1. Структура патологии умерших недоношенных

Таблица 2

Степень недоношенности умерших недоношенных детей

Масса	2017	2018	2019	всего
ЭНМТ	52 (45,62%)**	105 (60,0%)***	60 (51,73%)***	217(53,58%)***
ОНМТ	29 (25,44%)	29 (16,58%)	22 (18,96%)	80 (19,76%)
НМТ	28 (24,57%)	30 (17,15%)	27 (23,28%)	85 (20,98%)
> 2500	5 (4,38%)	11 (6,28%)	7 (6,04%)	23 (5,68%)
Всего	114 (28,15%)	175 (43,21%)*	116 (28,65%)	405 (100%)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Анализ структуры перинатальной смертности позволяет прийти к заключению, что внедрение в стране программ первичной реанимационной помощи новорожденным детям привело к снижению постнатальной смертности недоношенных детей. Проблемой остаётся рост антенатальной смертности недоношенных, которая в стране имеет тенденцию к увеличению.

В структуре заболеваемости недоношенных детей с летальным исходом ведущее место занимают: антенатальная асфиксия плода (ААП), врождённые пороки развития (ВПР) и болезнь гиалиновых мембран (БГМ). На четвертом месте находятся внутриутробные инфекции (рис. 1).

Низкий уровень распространённости ВУИ, по нашему мнению, является следствием гиподиагностики из-за социальных факторов. Женщины, особенно внутренние мигранты, отказываются от обследования из-за финансовых затруднений. А государство не финансирует исследование на болезни, передаваемые половым путем (БППП), женщин фертильного возраста и беременных.

В целом повышение уровня рождения недоношенных детей отмечалось в 2018 г. (43,21 % против 28,15 % и 28,65 %, $p < 0,05$). Причем среди умерших недоношенных де-

тей преобладали дети с ЭНМТ ($p < 0,001$). По остальным годам показатели соотношения недоношенных по массе тела стабильны и не имеют достоверных ($p > 0,05$) различий (табл. 2).

В динамике по годам отмечается сходная тенденция: рост к 2018 г. детей с ЭНМТ ($p < 0,01$) с дальнейшим снижением. Аналогичная тенденция и в динамике рождения детей с массой более 2500 г. А рождение детей с ОНМТ и НМТ снижается (табл. 3).

Анализ влияния степени недоношенности как фактора риска летального исхода показывает, что большинством умерших детей были с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ), далее – с ОНМТ и НМТ. Выявляется коррелятивная связь между степенью недоношенности и исходом патологии: чем ниже масса тела недоношенных, тем выше смертность (табл. 4).

Таким образом, среди умерших недоношенных по всем годам исследования и в динамике преобладают дети с ЭНМТ с наибольшим подъемом в 2018 г. Возможно, это связано с тем, что в 2017 г. начался учет детей с ЭНМТ и были недочеты в статистике умерших детей, поскольку особых экстремальных факторов риска гибели детей не наблюдалось. К 2019 г. показатели выровнялись.

Таблица 3

Степень недоношенности умерших недоношенных детей

Масса	2017	2018	2019	всего
ЭНМТ	52 (23,96%)	105 (48,39%)**	60 (27,65%)	217(100%)
ОНМТ	29 (36,25%)	29 (36,25%)	22 (27,50%%)	80 (100%)
НМТ	28 (32,95%)	30 (35,29%)	27 (31,76%)	85 (100%)
> 2500	5 (21,79%)	11 (47,83%%)	7 (30,43%)	23 (100%)
Всего	114 (28,15%)	175 (43,21%)	116 (28,65%)	405 (100%)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Таблица 4

Степень недоношенности плодов

Масса тела	2017	2018	2019	Всего
До 1000 г	52 (45,62%)*	105 (60,0%***)	60 (51,73%**)	217 (53,58%***)
1000–1500	29 (25,44%)	29 (16,58%)	22 (18,96%)	80 (19,76%)
1500–2500	28 (24,57%)	30 (17,15%)	27 (23,28%)	85 (20,98%)
выше 2500	5 (4,38%)	11 (6,28%)	7 (6,04%)	23 (5,68%)
Всего	114 (100%)	175*(100%)	116 (100%)	405 (100%)

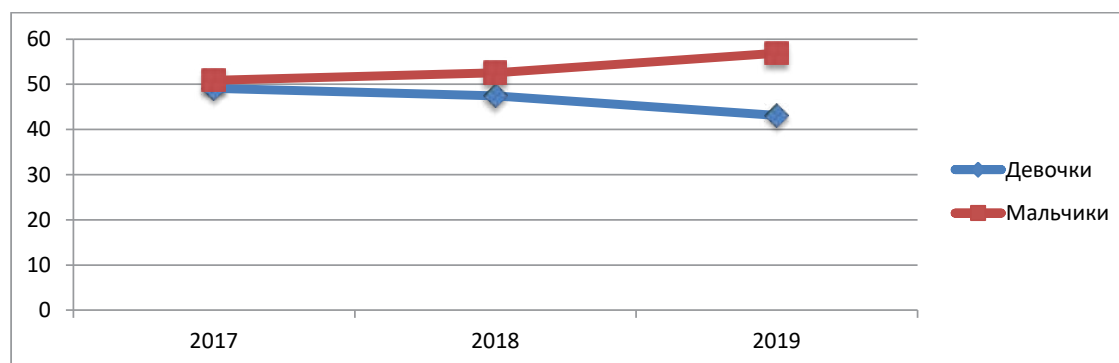
Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Рис. 2. Сравнительная динамика гендерных соотношений

Не выявлено значимости гендерных различий в риске летального исхода у недоношенных детей. Так, количество мальчиков и девочек находится практически в равных ($p > 0,05$) соотношениях по всем годам исследования.

В динамике отмечается достоверный рост ($p < 0,05$) обеих групп детей в 2018 г. Однако при сравнительном анализе по всем годам исследования более существенен рост количества умерших мальчиков (рис. 2).

У исследованной группы недоношенных детей нами изучен комплекс экологических

факторов риска: медико-биологических, техногенных и социальных – обусловивших невынашивание беременности и смерть детей. Отмечается, что большинство умерших рождены в регионах страны, наиболее экологически неблагополучных в техногенном, антропогенном и социальном аспектах – г. Бишкеке и Чуйской области (61,98% против 38,02%, $p < 0,05$). Из них 21,7% составляют дети внутренних мигрантов, не имеющих постоянного места жительства, материального дохода и качественного медицинского обслуживания (табл. 5).

Таблица 5

Распределение умерших детей по регионам страны

Регионы	2017	2018	2019	всего
Бишкек	13 (11,40%)	96(54,86%)**	36(31,03%)*	145 (35,81%)*
Чуй	49 (42,98%)*	29 (16,57%)	28 (24,14%)	106 (26,17%)*
Нарын	14 (12,28%)	9 (5,14%)	7 (6,04%)	30 (7,41%)
Иссык-Кульская	12 (10,53%)	19 (10,86%)	14 (12,07%)	45 (11,11%)
Талас	2 (1,75%)	4 (2,29%)	4 (3,45%)	10 (2,47%)
Ж-Абад	14 (12,29%)	10 (5,71%)	20 (17,24%)	44 (10,86%)
Ош	5 (4,39)	4 (2,29%)	6 (5,17%)	15 (3,70%)
Баткен	3 (2,63)	1 (0,57%)	–	4 (0,99%)
Иностранцы	2 (1,75)	3 (1,71%)	1 (0,86%)	6 (1,48%)
Всего	114 (28,15%)	175 (43,21%)**	116 (28,64%)	405 (100%)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Таблица 6

Паритет беременностей и родов у матерей погибших детей

Паритет	Беременности	Роды	Итого
1	–	1 (1,40%)	1 (0,74%)
2	2 (3,13%)	27 (38,02%)	29 (21,48%)
3 и более	62 (96,87%)*	43 (60,56%)	105 (77,77%)*
Итого	64 (100%)	71 (100%)	135 (100%)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

При изучении акушерского анамнеза установлено, что по паритету беременностей и родов преобладают матери с тремя и более беременностями и родами (77,77%, $p < 0,001$). Однако при сравнительном анализе отмечается, что дети рождены у матерей от третьей и более беременностей, но меньших по счету родов ($p < 0,05$). Следовательно, беременности у матерей не всегда заканчивались родами, что свидетельствует об отягощённом акушерском анамнезе матерей (табл. 6).

У матерей умерших недоношенных достоверно чаще (64,86 против 35,14%, $p < 0,01$) выявляются экстрагенитальные (анемия, эндокринные нарушения, гипертоническая болезнь, эпилепсия, умственная отсталость), чем урогенитальные (кольпит, эрозии, кандидоматоз, рубцы на матке) патологии. Из экстрагенитальной патологии у матерей преобладают анемии и гипертоническая болезнь (66,66%). Особо следует отметить высокий процент умственно отсталых матерей, которые не планируют беременность и не находятся под наблюдением врачей. Из урогенитальных патологий матерей преобладают воспалительные забо-

левания, обуславливающие несостоятельность маточно-плацентарного плацдарма, что может явиться причиной гибели плода (табл. 7).

Таблица 7

Заболеваемость матерей умерших недоношенных детей

Заболевания	Кол-во	%
1. Экстрагенитальная патология	24	64,86%**
Анемия	11	45,83%
Эпилепсия, умственная отсталость,	7	29,16%
Гипертоническая болезнь	5	20,83%
Эндокринные нарушения	1	4,16%
2. Урогенитальная патология	13	35,14%
Эрозия шейки матки, кольпит, кандидоматоз	8	61,53%
Несостоятельный рубец на матке, двойной рубец	5	38,46%
ИТОГО	37	100%

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Анализ течения беременности матерей выявляет многочисленную патологию: ОРВИ ($p < 0,001$), анемии ($p < 0,01$), преэклампсии ($p < 0,05$) и патологию околоплодных вод (табл. 8).

Таблица 8

Течение беременности у матерей

Патология	Кол-во	%
ОРВИ	85	20,98***
Анемия	35	8,64*
Преэклампсия	44	10,86*
Ранний токсикоз	22	5,43
Маловодие, многоводие	45	11,11**
Гестационные отеки	10	2,46
Гестационная гипертензия	9	2,22
БППП	8	1,97
Угроза выкидыша	18	4,44
Неправильное предлежание плаценты	20	4,93
Всего	405	100 %

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Многочисленная патология выявлена при анализе течения родов у матерей. Преобладают преждевременные роды ($p < 0,001$). Высок процент прерывания беременности (18,9%) и индуцированных родов (18,3%) из-за выявленных неблагополучий плода (табл. 9).

Таблица 9

Патология родов у матерей умерших детей

Патология	Кол-во	%
Преждевременные роды	240	59,25***
Индуцированные роды (22–36 недель)	119	29,38
Прерывание беременности, выкидыши	46	11,35
Всего	405	100,0

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Анализ причин индуцированных родов указывает на достоверно высокий процент детей с ВПР ($p < 0,01$). Далее следует антенатальная гипоксия и сочетанная патология: ВПР с антенатальной гипоксией (табл. 10).

В целом в структуре ВПР преобладали ($p < 0,001$) множественные пороки развития (МВПР), далее следовали ВПР ЦНС

($p < 0,01$). Остальная патология наблюдается в единичных случаях (табл. 11).

Таблица 10

Причины индуцированных родов

Причины индуцированных родов		%
ВПР	20	62,5**
Антенатальная гипоксия	12	37,5
Сочетанная патология	8	25
Всего	32	100

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Таблица 11

Структура ВПР при индуцированных родах

ВПР структура	Всего, %
Множественные ВПР	86 (44,11 %)**
ВПР центральной нервной системы (ЦНС)	54 (27,69 %)**
ВПР желудочно-кишечного тракта (ЖКТ)	15 (7,69 %)
ВПР костно-мышечной системы (КМС)	15 (7,69 %)
ВПР лимфатической системы (ЛС)	18 (9,23 %)
ВПР челюстно-лицевой системы (ЧЛС)	5 (2,56 %)
ВПР мочевыделительной системы (МВС)	2 (1,03 %)
Всего	195 (100 %)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

При исследованиях плацент матерей с высокой степенью достоверности преобладала хроническая плацентарная недостаточность ($p < 0,001$), далее следовали инфекционно-воспалительные заболевания плаценты ($p < 0,01$), абсолютная и острая плацентарная недостаточность (табл. 12).

Изучение плацент матерей умерших детей при индуцированных родах показало преобладание хронической плацентарной недостаточности (41,36%, $p < 0,01$).

При гистохимических исследованиях 61 плаценты матерей умерших недоношенных детей выявлены лейкоцитарное ($p < 0,01$), смешанное воспаление ($p < 0,05$) и в редких случаях лимфоцитарное воспаление. Как известно, лейкоцитарное воспаление свидетельствует о микробной этиологии, лимфоцитарное – вирусной, смешанное – бактериально-вирусной (табл. 13).

Таблица 12

Патология плацент матерей

Патология плаценты	Всего (%)
Хроническая плацентарная недостаточность	177 (41,36%)*
Плацентит, децидуит, хориоамнионит	104 (24,30%)*
Абсолютная плацентарная недостаточность	36 (8,41 %)
Острая плацентарная недостаточность	35 (8,18 %)
Кальцинаты	34 (7,94 %)
Гематомы	27 (6,31 %)
Воспаление	15 (3,50 %)
Всего	428 (100%)

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Таблица 13

Этиоструктура плацентитов умерших недоношенных детей

Воспаление плаценты	Всего	%
Лейкоцитарное воспаление	30	49,18%*
Смешанное воспаление	25	40,98%*
Лимфоцитарное воспаление	6	9,84 %
Всего	61	100 %

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Выводы

1. Имеется неблагоприятный комплекс экологических факторов риска, обуславливающих невынашивание беременности и смерть недоношенных детей. У матерей отмечается отягощённый акушерский анамнез, повышенная экстра- и урогенитальная заболеваемость, неблагоприятное течение беременности и родов. Из них 21,7% составляют дети внутренних мигрантов, не имеющих постоянного места жительства и качественного медицинского обслуживания.

2. Основными патологоанатомическими диагнозами умерших недоношенных являются антенатальная гибель плода (ААГ), врожденные пороки развития (ВПР) и болезнь гиалиновых мембран (БГМ).

3. Основной причиной индуцированных родов являются врожденные пороки развития (ВПР). В структуре ВПР преобладают ($p < 0,01$) МВПР и ВПР ЦНС.

4. У матерей умерших детей отмечаются хроническая ($p < 0,001$) и абсолютная плацентарная недостаточность ($p < 0,05$), плацентиты, децидуиты, хориоамниониты ($p < 0,01$). При гистоморфологических исследованиях плацент выявляются воспалительные заболевания бактериального ($p < 0,01$), смешанного ($p < 0,05$) и реже – вирусного генеза.

Список литературы

1. Демографический ежегодник Кыргызстана 2019. Министерство здравоохранения Кыргызской Республики. Центр электронного здравоохранения при МЗ КР, 2020. 13 с.
2. Причины ранней неонатальной смертности на современном этапе по данным патологоанатомических аутопсий // Медицинская наука и образование Урала. 2015. № 3. С. 159–161.
3. Prediction of mortality in very premature infants: a systematic review of prediction models. Med-lock S. et al. PLoS One. 2011. Vol. 6. No. 9. P. 234–241.
4. Morbidity and Mortality of Infants With Very Low Birth Weight in Japan: Center Variation / Kusu-da S. et al. Pediatrics. 2006. Vol. 118. P. 1130–1138.
5. Анохова Л.И., Белокрыницкая Т.Е., Тарбаева Д.А., Смоляков Ю.Н. Воспалительно-иммунные процессы в после: оценка течения постнатального и пуэрперального периодов // Забайкальский медицинский вестник. 2017. № 4. С. 128–136.
6. Sangappa Dhaded, S. Yogesh Kumar, Manjunath. Lung Findings in Minimally Invasive Tissue Sampling (MITS) Examinations of Fetal and Preterm Neonatal. Clinical Infectious Diseases. 2021. Vol. 73. Is. 5. P. 430–434.
7. Баранова О.В., Копцева А.В., Петрова М.Б., Харитонов Е.А., Блинецова Е.А. Клинико-морфологические параллели фетоплацентарного комплекса у недоношенных детей // Медицинский альманах. 2014. № 5 (35). С. 194–198.
8. Степанова Н.Н., Щербак В.А., Попова Н.Г. Состояние плаценты при внутриутробном инфицировании ЦМВ недоношенных детей // Лечение и профилактика. 2017. № 2 (22). С. 22–24.
9. Островская О.В., Кожарская О.В., Супрун С.В. Морфометрическая характеристика терминальных ворсин плаценты при недоношенности // БЮЛЛЕТЕНЬ. 2018. Вып. 70. С. 68–72.

О ЗАГРЯЗНЕНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ И НЕКОТОРЫХ ГОРОДАХ ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Касимова Р.О., ¹Ажиматова М.Р., ²Абдыгулова И.Б.

¹Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Бишкек,
e-mail: docha02@bk.ru, merimazhimatova@mail.ru

²Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина»
Министерства здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек,
e-mail: indiraabdygulova@yandex.ru

В рамках проводимого исследования рассмотрено поведение динамических кривых основных загрязнителей атмосферного воздуха как в Кыргызстане в целом, так и в некоторых городах Чуйской области, таких как Бишкек, Кара-Балта и Токмок. Данные для изучения ситуации за 2000–2019 гг. были взяты из различных статистических сборников Нацстаткома Кыргызской Республики. Рассмотрены темпы прироста показателей загрязнения и качества атмосферного воздуха в динамике, такие как индекс загрязнения атмосферы – ИЗА и концентрации основных загрязнителей, характеризующих тенденцию процесса в целом и в пятилетних интервалах времени. А также другие показатели динамики – средние величины и их сравнение, отклонения от средних величин (коэффициенты вариации). Показано, что в последние годы наблюдается рост показателей динамики, особенно заметный в Чуйской области, где темп прироста составляет 38%. А также рассчитаны коэффициенты корреляции, указывающие на имеющую место связь средней силы между показателями загрязнения атмосферного воздуха, ИЗА и концентрациями загрязнителей в территориальном аспекте. Рассмотрено поведение пылевых частиц и микрочастиц (PM 2,5 и PM 10) в атмосферном воздухе, обуславливающих негативные явления, такие как появление смога в г. Бишкеке. Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования ситуации, в учебном процессе – курсах экологии и гигиены, различными службами экологической направленности.

Ключевые слова: загрязнение, атмосферный воздух, смог, PM 2,5, PM 10, темпы прироста, коэффициенты корреляции

ON AIR POLLUTION IN THE KYRGYZ REPUBLIC AND SOME CITIES OF THE CHUI REGION

¹Kasymova R.O., ¹Azhimatova M.R., ²Abdygulova I.B.

¹B.N. Yelstin Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek,
e-mail: docha02@bk.ru, merimazhimatova@mail.ru

²Scientific and Production Centre for Preventive Medicine of the Ministry of Health
of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: indiraabdygulova@yandex.ru

This study investigated the behavior of the dynamic curves of the main air pollutants both in Kyrgyzstan as a whole and in some cities of the Chui region such as Bishkek, Kara-Balta and Tokmok. Data for the study of the situation over the period 2000–2019 were taken from various statistical collections of the National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic. The growth rates of pollution and quality of atmospheric air, over time, such as the air pollution index – API and the concentration of the main pollutants characterizing the trend of the process in general and in five-year time intervals were assessed. The other dynamical parameters studied included: average values and their comparison, deviations from average values (coefficients of variation). It is shown that in recent years there has been an increase in the dynamical parameters, especially noticeable in the Chui region, with a growth rate of 38%. Also correlation coefficients were calculated, indicating an association of medium strength, between the indicators of atmospheric air pollution, API and pollutant concentrations, in a territorial aspect. The behavior of dust particles and microparticles (PM 2,5 and PM 10) in the atmospheric air, causing negative phenomena, such as smog in Bishkek was assessed. The data obtained can be used to predict the air pollution related situations, in the educational process: courses in ecology and hygiene, various environmental services.

Keywords: pollution, atmospheric air, smog, PM 2,5, PM 10, growth rates, correlation coefficients

В Кыргызской Республике в настоящее время наблюдается рост концентрации основных загрязнителей атмосферного воздуха, как из стационарных источников, так и вследствие увеличения численности автотранспорта, ухудшения качества топлива, особенно используемого в частном секторе и в автомобильном транспорте. При этом в Бишкеке часто наблюдается смог, вредный для здоровья населения,

особенно для уязвимых групп. Оценка ситуации и, соответственно, дальнейшего ее развития возможна на основе ретроспективного анализа, на основе данных, опубликованных в справочной литературе и других источниках. Опубликованные данные, хотя и охватывают довольно большие периоды времени, в основном пятилетние, однако не дают картины развития ситуации в целом.

Интересным является также поиск взаимосвязи ситуации, закономерностей ее проявления, в локальном, на уровне городов, и в глобальном, на уровне Республики, масштабах. Для поиска таких закономерностей рассчитываются коэффициенты корреляции, производится сглаживание динамических кривых, изучаются темпы роста и прироста показателей.

Целью данной работы являлось изучение закономерностей, в рамках системного подхода, процессов распространения основных загрязнителей в Кыргызской Республике и в некоторых городах Чуйской области, таких как Бишкек, Кара-Балта, Токмок.

Материалы и методы исследования

В работе использованы методы вариационной статистики, к числу которых относятся описательная статистика, анализ динамики изменения концентрации загрязнителей и индексов загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА), сглаживание данных, сравнение средних величин показателей динамики, корреляционный анализ и пр. и системного анализа, к числу которых относится ретроспективный анализ. Основой системного анализа, как известно, является системный подход, применяемый при анализе сложных объектов, явлений и примененный нами для анализа сложившейся ситуации с загрязнением атмосферного воздуха. Темпы прироста и коэффициенты вариации рассчитаны согласно справочнику по математической статистике [1].

Данные для анализа были взяты из различных источников, в том числе из сборников Нацстаткомитета Кыргызской Республики, посвященных охране окружающей среды, и др. [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрены валовые выбросы загрязнителей атмосферного воздуха из стационарных источников по Кыргызстану в целом, Бишкеку и по Чуйской области. Так, для валового выброса, тыс. т, с 2000 по 2019 г., найдены следующие значения коэффициентов корреляций: для пары КР – Бишкек $R = 0,686$, Бишкек – Чуйская обл. $R = 0,516$, КР – Чуйская обл. $R = 0,109$. Из этих данных видно, что между показателями для пар Бишкек и КР, а также между Бишкеком и Чуйской областью коэффициенты корреляции, указывающие на зависимость между переменными, находятся на среднем ($R = 0,516$) и немного выше среднего уровня ($R = 0,686$). Между показателями КР и Чуйской области связь довольно слаба ($R = 0,109$). Для выбросов, приходящихся на одного человека,

в кг, значение коэффициента корреляции для пары Бишкек – КР было на уровне несколько выше среднего ($R = 0,682$).

По темпам прироста показателей, в пятилетних интервалах, с 2000 по 2019 г., получены следующие значения, в отношении валовых выбросов, тыс. т (табл. 1).

Таблица 1

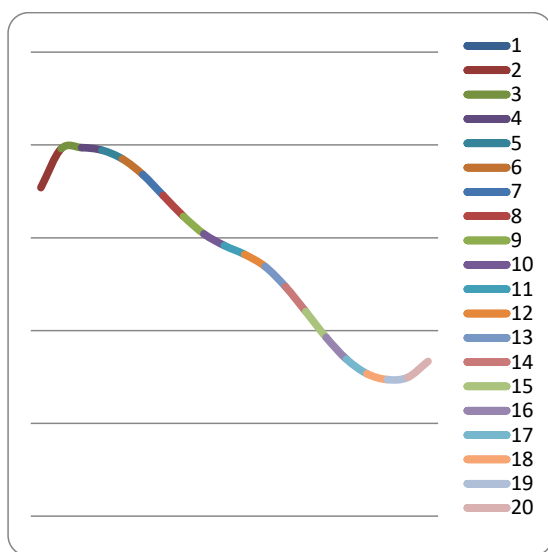
Темпы прироста показателей для валовых выбросов из стационарных источников для Кыргызской Республики в целом и в некоторых ее регионах, в %

Интервал, годы	Темпы прироста, %		
	КР	Бишкек	Чуйская область
2000–2004	6,7	-5,5	18,4
2005–2009	242,6	61,0	-25,4
2010–2014	97,1	83,4	70,2
2015–2019	-17,6	-30,6	37,8

Здесь видно, что наиболее значимые показатели прироста загрязнителей для КР и Бишкека имели место в 2005–2014 гг., где темпы прироста составили значения, $T = 61\%$ и $T = 83,4\%$ соответственно. Для Чуйской области наибольшее значение темпа прироста в 2010–2014 гг. составило величину $T = 70,2\%$. С 2014 по 2019 г. имело место некоторое сокращение темпов прироста выбросов, в основном из стационарных источников, по КР и Бишкеку. А для Чуйской долины, наоборот, произошло увеличение объема выбросов. В 2009 г. произошел выброс загрязняющих веществ, на уровне 118,2 тыс. т, по Кыргызской Республике в целом, что и отразилось на значениях показателей темпа прироста в период с 2005 по 2009 г.

Далее, нами было рассмотрено изменение значений показателей, таких как концентрации основных загрязняющих веществ и индексы загрязнения атмосферы (ИЗА), по г. Бишкеку в 2000–2019 гг. Напомним известные факты об индексе ИЗА [3, 4]. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) применяется для информирования соответствующих государственных органов, общественных организаций и населения с целью принятия превентивных мер. При значении показателя ИЗА более 14 считается, что уровень загрязнения атмосферного воздуха очень высокий, обуславливающий риск различных заболеваний, в том числе бронхолегочных, онкологических, и детскую заболеваемость. При значениях ИЗА более 7, но менее 14 –

уровень высокий, при ИЗА более 5, но менее 7 – относительно высокий, а при ИЗА менее 5 считается низким. Значения показателя ИЗА приведены на рисунке. По данным рисунка можно заключить, что уровень загрязнения атмосферного воздуха над Бишкеком за последние годы остается довольно высоким (ИЗА = 7,62 в 2016 г. и до ИЗА = 8,34 в 2019 г.). Возможен рост показателя и в последующие годы. В динамике кривая, приведенная на рисунке, напоминает затухающую экспоненту, в период с 2000 по 2015 г., с последующим возрастанием показателя начиная с 2016 г., от 7,62 до 8,93 (2018 г.) и 8,32 (2019 г.).



*Значения показателя ИЗА
в Бишкеке с 2000 по 2019 г.
(значения сглажены, многократно)*

Для определения зависимости между показателями ИЗА и концентрациями в атмосферном воздухе над Бишкеком некоторых основных загрязнителей, таких как диоксид серы, диоксид азота, оксид

азота, аммиак и формальдегид, рассчитаны коэффициенты корреляции, которые приведены в нижеследующей, корреляционной, табл. 2.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что наиболее высокие значения коэффициентов корреляции наблюдаются практически для всех пар ИЗА с основными загрязнителями. Это естественно, так как ИЗА рассчитывается исходя из концентраций основных загрязнителей атмосферного воздуха. За исключением диоксида азота, где связь отрицательна, близка к нулю. Для диоксида серы связи высоки с формальдегидом и аммиаком. У диоксида азота связь положительна и почти на среднем уровне только с оксидом азота. У формальдегида связь находится на среднем уровне с оксидом азота ($R = 0,498$) и с аммиаком ($R = 0,725$).

Темпы прироста значений показателей для основных загрязнителей атмосферного воздуха по г. Бишкеку приведены в табл. 3. Из данных, приведенных в табл. 3, следует, что наиболее высокие темпы изменения показателя ИЗА наблюдаются в периоды с 2010 по 2014 г. и с 2015 по 2019 г., где они составляют величины $T = 57,7$ и $46,8\%$ соответственно. Для диоксида серы наибольший показатель ($T = 50\%$) наблюдался в период с 2010 по 2014 г. У остальных наибольшие значения темпа прироста наблюдались с 2015 по 2019 г., за исключением формальдегида, где имело место снижение показателя в отрицательную сторону, что связано с убыванием концентрации загрязнителя.

Нами были проанализированы также динамические кривые загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами $PM_{2,5}$ и PM_{10} , которые, как известно из литературы, приводят к большому количеству преждевременных смертей и заболеваемости, в том числе сердечно-сосудистыми и бронхо-легочными болезнями [5].

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции для ИЗА
и концентрации основных загрязнителей атмосферного воздуха г. Бишкека

Показатели	ИЗА	Диоксид серы	Диоксид азота	Оксид азота	Формальдегид	Аммиак
ИЗА	1	0,782	-0,07	0,529	0,958	0,740
Диоксид серы	0,782	1	-0,455	0,112	0,801	0,609
Диоксид азота	-0,07	-0,455	1	0,354	-0,076	0,142
Оксид азота	0,529	0,112	0,354	1	0,498	0,638
Формальдегид	0,958	0,801	-0,076	0,498	1	0,725
Аммиак	0,740	0,609	0,142	0,638	0,725	1

Таблица 3

Темпы прироста значений показателей с 2000 по 2019 г. по г. Бишкеку, %

Интервал, годы	Темпы прироста значений показателей, %					
	ИЗА	Диоксид серы	Диоксид азота	Оксид азота	Формальдегид	Аммиак
2000–2004	11,6	34	-16,7	-4	23,8	-40
2005–2009	2	-75	20	8,4	-30,8	-33,4
2010–2014	57,7	50	-34	-53,8	-44,5	-50
2015–2019	46,8	0	75	50	-10	100

Первые исследования концентрации таких микрочастиц в атмосферном воздухе г. Бишкека были произведены в НПО «Профилактическая медицина», а затем в КРСУ, на кафедре метеорологии, экологии и охраны окружающей среды [6, 7]. В этих исследованиях отмечено, что концентрация твердых микрочастиц увеличивается в осенне-зимний период, когда работает большинство котельных и печей в частном секторе, с целью отопления. В летний период концентрация микрочастиц снижается вплоть до нулевых значений. Распределение пылевых частиц по размеру описывается логнормальным законом. В отношении распределения концентраций загрязнителей в городской среде можно отметить их зависимость от скорости ветра и ее повторения («розы ветров»), орографии местности и близости к центру города, где загрязнение выше, чем в других районах города и пригородах. К настоящему времени выполнено большое число работ, в которых изучается корреляция между загрязнением атмосферы и соответствующими метеорологическими факторами [8, 9].

Распространение загрязнения в атмосферном воздухе нередко приводит к смогу, наблюдающемуся в крупных городах – мегаполисах, где содержание твердых частиц может быть повышено и в летнее время. Изучению смога в Бишкеке и устранению его причин был посвящен ряд статей [10–12]. Для сажевых частиц (копоты), содержащихся в составе автомобильных выбросов, при неполном сгорании топлива возможно канцерогенное действие, за счет адсорбции на их поверхности ряда соединений, в том числе и бенз(а)пирена – высокотоксичного вещества, обладающего мутагенным действием. Для снижения концентрации бенз(а)пирена в сажевых частицах предлагается способ, основанный на подборе режимов сгорания и определенного соотношения компонентов водоземлемой – воздушной смеси [13, 14].

В настоящее время в Бишкеке и в его пригородах применяются современные ин-

формационные технологии, где показатели качества атмосферного воздуха, рассчитанные по содержанию респираторных микрочастиц, может узнать каждый практически в любое время и наметить меры личной безопасности – ношение масок, выезд на дачи, изменение места жительства на другие районы города и т.д. А также подобная информация необходима властям, МЧС с целью регулирования ситуации [15, 16]. Так, к примеру, в реальном времени можно узнать про загрязнение атмосферного воздуха микрочастицами PM_{2,5}, с указанием значений индекса AQI-показателя вредности загрязнения атмосферы (США), для здоровья населения, особенно для уязвимых групп. Также приводятся карты распространенности загрязнения в виде значений показателя вредности – индекса AQI.

В отношении поведения концентрации загрязнителей в атмосферном воздухе г. Бишкека, при длительном наблюдении можно отметить периодический характер их изменения. И аналогию этого явления с поведением математического маятника (гармонического осциллятора), где имеются как простые, свободные колебания (синусоидальные), так и вынужденные, при наличии тенденции к росту, концентрации загрязнителей, особенно в пиковых ситуациях. Так, для PM_{2,5} (приведены усредненные значения) концентрация в атмосферном воздухе г. Бишкека в январе достигает 11,74 ПДК, затем снижается до нуля в мае – июле и далее идет повышение до 9,2 ПДК в декабре. Для PM₁₀ имеет место та же закономерность: в январе показатель составляет 6,97 ПДК, затем имеет место снижение до нуля в мае – июле и повышение до 5,52 ПДК в декабре [2]. Для периодических процессов, как известно, применимо разложение в ряды Фурье (гармонический, спектральный анализ). В некоторых случаях возможно найти и уравнение динамики процесса распространения поллютантов в атмосферном воздухе с целью прогноза [17].

Таблица 4

Сравнительная характеристика показателей уровня загрязнения атмосферного воздуха городов Чуйской области (сводная) в период с 2000 по 2019 г.

Показатель	г. Бишкек			г. Кара-Балта			г. Токмок		
	ср.	мин.	макс.	ср.	мин.	макс.	ср.	мин.	макс.
ИЗА	12,2	5,68	24,1	1,71	1	2,73	1,41	0,78	1,88
Диоксид серы, мг/м ³	4,17	2	12	3,89	2	9	3,63	1	10
Диоксид азота, мг/м ³	54,7	40	70	36,84	30	60	33,68	20	50
Оксид азота, мг/м ³	91,7	53	130	44,74	30	70	29,47	0	50
Аммиак, мг/м ³	20,5	10	30	–	–	–	–	–	–
Формальдегид, мг/м ³	16,1	8	31	–	–	–	–	–	–

В настоящее время МЧС приводятся сведения о ежеквартальных изменениях загрязнения атмосферного воздуха в Бишкеке и его пригородах [18]. По влиянию на здоровье человека твердых ультрамикрочастиц (наночастиц), находящихся в составе поллютантов, возможности их определения, число литературных источников пока незначительно [5].

В табл. 4 приводится сравнительная характеристика показателей между г. Бишкеком и городами Чуйской области, такими как Кара-Балта и Токмок.

Расчет отношения показателей, исходя из средних величин за период с 2000 по 2019 г., приведен в табл. 4. Показано, что для пары Бишкек – Кара-Балта наиболее высокое значение показателя наблюдается для ИЗА, где превышение показателя в г. Бишкеке, в сравнении с г. Кара-Балта, составляет величину в 7,17 раз большую. Для пары Бишкек – Токмок это же отношение составляет 8,7 раз, а для пары Кара-Балта – Токмок соотношение показателей ИЗА довольно незначительно (1,21 раз). Менее высоким является отношение показателей для концентраций оксида азота, где оно составляет: для пары Бишкек – Кара-Балта 2,05 раз, Бишкек – Токмок – 3,11 раз, Кара-Балта – Токмок – 1,52 раз. Отношение максимальных значений показателей к средней величине находится в пределах от 1,3 до 2,88. В случае диоксида серы, к примеру, по г. Бишкеку отношение максимума показателя к средней величине составляет 2,88, по г. Кара-Балте – 2,31, по г. Токмоку – 2,75. Для ИЗА это отношение в случае г. Бишкека равно 2, г. Кара-Балты – 1,6, г. Токмока – 1,34.

Аналогично ведут себя показатели вариации, характеризующие отклонение (разброс) значений максимальных и минимальных величин относительно средней

величины: для диоксида серы по г. Бишкеку – 40%, г. Кара-Балте – 30%, г. Токмоку – 41,3%. Для ИЗА показатели вариации составляют по г. Бишкеку – 25,2%, по г. Кара-Балте – 16,9%, по г. Токмоку – 13%.

Самым загрязненным в Чуйской области является г. Бишкек, который в настоящее время считается одним из наиболее загрязненных городов в мире.

Темпы прироста показателей динамики в городах Чуйской области наиболее высокими были в 2015–2019 гг. Так, для г. Кара-Балты в указанный период темп прироста показателя ИЗА составлял 122%, диоксида азота – 100%, а оксида азота – 50%. Для диоксида серы, наоборот, имело место уменьшение показателя на 34%.

Аналогичная закономерность прослеживается и для всех показателей г. Токмока. Здесь показатель ИЗА в 2015–2019 г. увеличился на 74,5%, диоксида азота – на 100%, оксида азота – на 150%, а диоксида серы, наоборот, уменьшился на 33,4%. Таким образом, в городах Чуйской области в период с 2015 по 2019 г. происходит увеличение показателей в соответствии с изменением уровня загрязнения.

Расчет парных коэффициентов корреляции, проведенный нами по г. Кара-Балте и г. Токмоку, показывает, что наиболее сильные связи имеют место для пар ИЗА – ИЗА (0,542), ИЗА – диоксид азота (0,608 и 0,722) соответственно, в этих городах ИЗА – оксид азота (0,520 и 0,642), т.е. все связи находятся на среднем уровне. Для пары диоксид азота – оксид азота коэффициенты корреляции составляют значения 0,245 и 0,391 соответственно, т.е. связь находится ближе к среднему уровню.

Заключение

1. Корреляционный анализ выявил наличие средней силы связи в отношении ве-

личины валовых выбросов из стационарных источников, для пар Бишкек – КР ($R = 0,686$), Бишкек – Чуйская обл. – $R = 0,516$. Для пары КР – Чуйская обл. связь незначительна – $R = 0,109$.

2. В городах Чуйской области в период с 2015 по 2019 г. происходило увеличение показателей, соответствующее изменению уровня концентрации загрязнителей в данный период. Имеется тенденция роста индекса загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) по г. Бишкеку, наблюдаемая в тот же период.

3. Темпы прироста показателя, характеризующего качество атмосферного воздуха (ИЗА), неравномерны и наиболее высоки для г. Кара-Балты ($T = 122\%$). По г. Токмоку темп прироста составляет величину $T = 74,5\%$. По г. Бишкеку темп прироста ИЗА составляет величину $T = 46,8\%$, несмотря на более высокий уровень в атмосферном воздухе концентрации загрязнителей.

Список литературы

1. Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе: Справочник. 2-е изд. М.: Статистика, 1979. 448 с.
2. Национальные доклады о состоянии окружающей среды Кыргызстана с 2001 по 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://aarus.kg/ru/sostoyanie-okruzhayushhej-sredy-kr> (дата обращения: 29.04.2022).
3. Индекс загрязнения атмосферы / Студопедия. Опубл. 27.02.2015. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/5_145813_indeks-zagryazneniya-atmosferi.html (дата обращения: 30.05.2022).
4. Расчет индекса загрязнения атмосферного воздуха / Мегаобучалка. [Электронный ресурс]. URL: <https://megaobuchalka.ru/6/6596.html> (дата обращения: 29.04.2022).
5. Колпакова А.Ф., Шарипов Р.Н., Колпаков Ф.А. О роли загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами в патогенезе хронических неинфекционных заболеваний // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2018. Т. 33. № 1. С. 7–13.
6. Шахматова А.К. Оценка качества атмосферного воздуха и метеорологических параметров и их влияние на неинфекционную заболеваемость населения Бишкека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Бишкек, 2014. 26 с.
7. Подрезов О.А., Подрезов А.О., Рязанов В.Е. Загрязнение атмосферного воздуха Бишкека в зимний сезон 2017–2018 гг. // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 12. С. 126–133.
8. Шахматова А.К. Гигиеническая оценка содержания основных поллютантов в атмосферном воздухе города Бишкек // Вестник КАЗНМУ. 2013. № 1. С. 247–250.
9. Янковская Л.К. Статистические модели и методы исследования переноса загрязнений в приземном слое атмосферы: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Ставрополь, 2002. 170 с.
10. Воздух в Бишкеке: гражданский мониторинг качества воздуха в Бишкеке. Бишкек: Общественное Объединение «МувГрин», 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://movegreen.kg/wp-content/uploads/2018/05/air-bishkek-report-rus.pdf> (дата обращения: 29.04.2022).
11. Моисеева С. Госагентство охраны окружающей среды: загрязнение воздуха в Бишкеке в пределах нормы // Kaktus.media. 19 ноября 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: https://kaktus.media/doc/382683_gosagentstvo_ohrany-okryjaushey-sredy_zagryaznenie_vozdya_v_bishkeke_v_predelah_normy.html (дата обращения: 29.04.2022).
12. Исакова Г. Экологическая катастрофа в Бишкеке: необходимо внедрять лучшие модели поведения для обеспечения чистого воздуха: аналитическое исследование Центра политико-правовых исследований (ЦППИ). 4 февраля 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://center.kg/article/295> (дата обращения: 29.04.2022).
13. Атабеков К.К. Анализ современного состояния атмосферного воздуха г. Бишкек // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2015. Вып. 7. Ч. 2. С. 192–196.
14. Самбаева Д.А., Кемелов К.А., Маймеков З.К. Деструкция бенз(а)пирена в среде вода – кислород и прогнозирование образования низкомолекулярных компонентов и частиц в газовой фазе // Известия КТУ им. И. Раззакова. 2019. № 2. Ч. 2. С. 260–265.
15. Качество воздуха в Бишкеке [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iqair.com/ru/kyrgyzstan/bishkek> (дата обращения: 29.04.2022).
16. Экологическая обстановка и проблема загрязнения воздуха в г. Бишкек / Исследование живой природы Кыргызстана. 2020. № 2. С. 34–41. URL: <https://ib.naskr.kg/live/index.php/journal/article/view/42/43> (дата обращения: 29.04.2022).
17. Железняк А.О. Системный подход и его применение в медицине // Здравоохранение Кыргызстана. 2016. № 1. С. 8–10.
18. Информационный бюллетень «О состоянии загрязнения атмосферного воздуха г. Бишкека в весенний период». 2 квартал 2021 г. / Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики; Агентство по гидрометеорологии. Бишкек, 2021. 9 с. [Электронный ресурс]. URL: http://upload.meteo.kg/attachment/72_70_47fdb8ac631234c3b39f2901edc895f0.pdf (дата обращения: 29.04.2022).

УДК 613.6.02

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ФАКТОРЫ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Фесюн А.Д., Рачин А.П., Яковлев М.Ю.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: altay21c@mail.ru

Одной из основных причин высокой заболеваемости медицинского персонала является специфика профессиональной деятельности. Цель статьи – анализ профессиональной заболеваемости медицинских работников и гигиеническая оценка риска основных факторов производственной среды, влияющих на состояние здоровья медицинского персонала санаторно-курортных организаций. В ходе исследования применялись научный поиск и анализ публикаций о профессиональной заболеваемости медицинских работников и факторах, способствующих развитию этой патологии, систематизация материалов исследований, статистический и сравнительный анализ. Профессиональная заболеваемость медицинских работников в санаторно-курортных учреждениях встречается в 9,6 раза реже, чем в больницах. Частота этой патологии среди среднего медицинского персонала выше, чем среди врачей, лаборантов и младшего медицинского персонала, соответственно в 1,9; 13,5 и 4,5 раза ($p < 0,001$), а среди врачей выше в сравнении с младшим медицинским персоналом и лаборантами – в 2,4 ($p = 0,005$) и 7,0 раза ($p < 0,001$). Выявлено превышение гигиенических нормативов уровней напряженности переменного электрического и магнитного полей на рабочих местах при работе ряда аппаратов в физиотерапевтическом кабинете (ФТО). По оценке загрязненности воздуха рабочей зоны в ФТО приоритетным химическим веществом, влияющим на ЦНС, кровь, репродуктивную систему и почки, является свинец, коэффициент опасности (HQ) которого при максимальном содержании равен 40,0. В клинико-диагностической лаборатории общий индекс опасности (HI) приоритетных вредных химических веществ (серной кислоты, хлористого водорода, аммиака), влияющих на органы дыхания, при их максимальном содержании достигает 366,7. Структура профессиональной заболеваемости медицинских работников связана с условиями труда и факторами риска на рабочих местах. Санаторно-курортная организация является многопрофильным учреждением, приоритетными факторами риска в котором в связи со спецификой санаторно-курортного лечения являются физические и химические факторы.

Ключевые слова: санаторно-курортные организации, медицинские работники, профессиональная заболеваемость, факторы риска

OCCUPATIONAL MORBIDITY AND RISK FACTORS FOR THE HEALTH OF MEDICAL WORKERS OF SANATORIUM-RESORT ORGANIZATIONS

Meshkov N.A., Valtseva E.A., Fesyun A.D., Rachin A.P., Yakovlev M.Yu.

National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Moscow, e-mail: altay21c@mail.ru

The high rates of morbidity among healthcare workers (HWs) are to a large extent due to the nature of their work. Purpose of the study: analyze the occupational diseases occurring among healthcare workers and carry out an occupational safety and health assessment of risks inherent in the main work-related factors affecting the health of HWs at health and wellness resorts. Search and analysis of publications on occupational diseases of HWs and factors contributing to their development. Systematization of research findings, and statistical and comparative analysis. Occupational diseases are 9.6 times less common in HWs employed at health and wellness resorts than in those working at hospitals. The morbidity of occupational diseases among nurses is 1.9, 13.5 and 4.5 times ($p < 0.001$) higher than among medical staff, laboratory technicians and staff with no medical training; and 2.4 ($p = 0.005$) and 7.0 times ($p < 0.001$) higher among medical staff than among staff with no medical training and laboratory technicians, respectively. A number of devices inspected in the physiotherapy room exceeded OSH standards for alternating electric and magnetic field intensity. Analysis of air pollution in the physiotherapy department area showed that the biggest hazard for the healthcare workers' central nervous system, blood, reproductive system and kidneys was lead; its hazard quotient (HQ) was 40.0 at its maximum levels. At the clinical laboratory, the overall hazard index (HI) of the most hazardous chemicals (sulfuric acid, hydrogen chloride and ammonia) affecting the respiratory organs reached 366.7 at their maximum levels. The key factors affecting the distribution of diseases among healthcare workers are their working conditions and risk factors at workplace. A health and wellness resort is a multi-specialty organization with physical and chemical factors as priority risk factors due to the nature of health and wellness treatment.

Keywords: health and wellness resorts, healthcare workers, occupational diseases, health risk factors

Проблема охраны и укрепления здоровья работающего населения актуальна для всего мирового сообщества и является неотъемлемой частью общего здравоохранения и повседневной жизни. В сфере здравоохранения встречаются практически все основные вредные и (или) опасные факто-

ры производственной среды. Риск развития профессиональных заболеваний у медицинских работников сопоставим или превышает риск у работников промышленных предприятий – в секторе здравоохранения в США и Европейском союзе уровень травм и заболеваний на 34 % выше уровня несчаст-

ных случаев на производстве [1]. Причиной риска профессиональных заболеваний среди работников здравоохранения являются небезопасные условия труда, снижающие качество медицинской помощи и стабильность системы здравоохранения [2].

В здравоохранении Российской Федерации 72% медицинских работников (МР) трудятся в больничных организациях, 8,9% из числа МР, работающих в медицинских организациях, заняты в санаторно-курортной отрасли, их количество по отношению к занятым в области медицины «прочая» составляет 46,4%. Однако изучению распространенности профессионально обусловленных заболеваний среди сотрудников санаторно-курортных организаций (СКО) уделяется недостаточно внимания, хотя риск развития этой патологии остается высоким.

В связи с этим проблема распространенности и причинной обусловленности профессиональных заболеваний среди медицинских работников продолжает оставаться актуальной.

Цель исследования – анализ профессиональной заболеваемости медицинских работников и гигиеническая оценка риска основных факторов производственной среды, влияющих на состояние здоровья медицинского персонала санаторно-курортных организаций.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили данные, изложенные в публикациях, посвященных безопасности условий труда и охране здоровья медицинских работников, работающих в медицинских организациях.

Полученные в ходе анализа публикаций численные данные были подвергнуты статистической обработке. Систематизация исходных данных и визуализация полученных результатов выполнялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Тип распределения количественных показателей определялся по критерию Шапиро – Уилка. Для описания нормально распределенных численных показателей рассчитывались средние арифметические величины (М), стандартные отклонения (SD) и границы 95% доверительных интервалов (95% CI), а для отличающихся от нормального – медиана (Me) и квартили (Q1–Q3). Номинальные данные описывались с указанием процентных долей. Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 10.0 (разработчик – StatSoft.Inc).

При сравнении средних величин рассчитывался t-критерий Стьюдента для независимых переменных. Различия показате-

лей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Для оценки ассоциативных связей между количественными показателями использовался коэффициент корреляции r_{xy} Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе профессиональной деятельности медицинские работники подвергаются воздействию на своем рабочем месте факторов риска, оказывающих влияние на здоровье и способных вызывать профессиональные заболевания [3].

К факторам производственной среды, оказывающим влияние на здоровье сотрудников в медицинских организациях, отнесены [4]:

- биологические факторы – патогенные микроорганизмы, живые клетки, споры бактериальных препаратов, другие вредоносные агенты;

- химические факторы, присутствующие в рабочей зоне, а также вещества биологической природы, изготовленные при помощи химического синтеза, включая антибиотики, гормоны, ферменты, витамины и пр.;

- физические факторы разной природы, включая шум, инфра-, ультразвук, вибрационные колебания, электрические, магнитные поля, ионизирующие излучения и др.;

- тяжесть труда, характеризующаяся уровнем физической нагрузки на основные системы организма работника, включая его опорно-двигательный аппарат, мышечный комплекс и т.д.;

- напряженность труда, характеризующаяся уровнем нагрузки на центральную нервную систему, эмоционально-психическое состояние работника.

Вследствие специфики профессиональной деятельности и условий труда существуют риски, присущие только сфере здравоохранения. В связи с этим заболеваемость работников здравоохранения отличается от заболеваемости в других отраслях промышленности [5].

Воздействие опасностей производственной среды может вызвать у медицинских работников развитие профессиональной патологии, структура и уровни которой зависят от воздействия вредных факторов, отражающих особенности условий труда в той или иной медицинской организации и профессиональной группе [6].

Усредненные показатели профессиональной заболеваемости среди медицинских работников в России и в отдельных регионах, рассчитанные по данным ряда исследователей [7, 8] и [9–11], представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средняя частота профессиональной заболеваемости среди медицинских работников в Российской Федерации и в отдельных регионах, %

Регионы	M(SD)	95 % CI	Min-Max
Российская Федерация	20,1 (18,1)	-8,6-48,9	2,5-43,5
Республика Башкирия	26,1 (28,0)	-18,4-70,6	7,0-67,6
Самарская область	37,6 (22,5)	-18,2-93,4	15,2-60,1
Свердловская область	21,1 (18,2)	-7,9-50,0	3,5-45,9
Приморский край	34,2 (21,9)	-20,2-88,7	10,0-52,7

Таблица 2

Средняя частота профессиональной заболеваемости среди медицинских работников Российской Федерации в профессиональных группах, %

Профессиональные группы	M(SD)	95 % CI	Min-Max
Врачи	28,2 (10,0)	15,8-40,7	17,0-40,0
Средний медицинский персонал	54,0 (10,0)	41,5-66,4	43,5-67,6
Лаборанты	4,3 (2,4)	-1,5-10,2	2,5-7,0
Младший медицинский персонал	12,2 (2,2)	9,4-14,9	10,0-15,2

Ранжирование приведенных показателей указывает (табл. 1), что наиболее высокие значения профессиональной заболеваемости МР зарегистрированы в Самарской области, на втором и третьем местах находятся соответственно Приморский край и Республика Башкирия.

Частота профессиональной заболеваемости среди МР различается в зависимости от принадлежности к профессиональной группе: врачи, средний и младший медицинский персонал. Усредненные показатели профессиональной заболеваемости в профессиональных группах в Российской Федерации представлены в табл. 2.

Из приведенных в табл. 2 видно, что профессиональной патологией чаще болеет средний медицинский персонал.

Распределение профессиональных заболеваний в этих профессиональных группах в России и рассматриваемых регионах представлено на рис. 1.

При сравнении профессиональной заболеваемости среди медицинских работников больничных и санаторно-курортных организаций установлено, что частота этой патологии составила соответственно 53,6 и 5,6 % [11].

Среднее число заболеваний, связанных с воздействием основных факторов риска на рабочих местах среди МР, рассчитанное по данным [11] для каждой профессиональной группы, приведено в табл. 3.

Как видно из табл. 3, количество заболевших в связи с воздействием биологического фактора преобладает среди врачей и младшего медицинского персонала, а химического – среди среднего медицинского персонала.

Состав вредных факторов производственной среды в медицинских учреждениях и уровни их воздействия зависят от состава структурных подразделений. Влияние факторов риска на здоровье врачей, среднего и младшего медицинского персонала различных специальностей различается в зависимости от условий труда [12].

В терапевтических отделениях больничных организаций 69 % медицинского персонала подвергается воздействию биологического фактора и 43 % – химического, в параклинических – 82 % медицинского персонала подвергается воздействию биологического фактора и около 40 % физического (электромагнитное излучение) фактора [13].

Распределение частоты профессиональных заболеваний в профессиональных группах в зависимости от факторов риска на рабочих местах представлено на рис. 2.

На рис. 2 показано, что уровень профессиональной заболеваемости врачей и младшего медицинского персонала в большей степени зависит от воздействия биологического фактора, а среднего медицинского персонала – от химического.

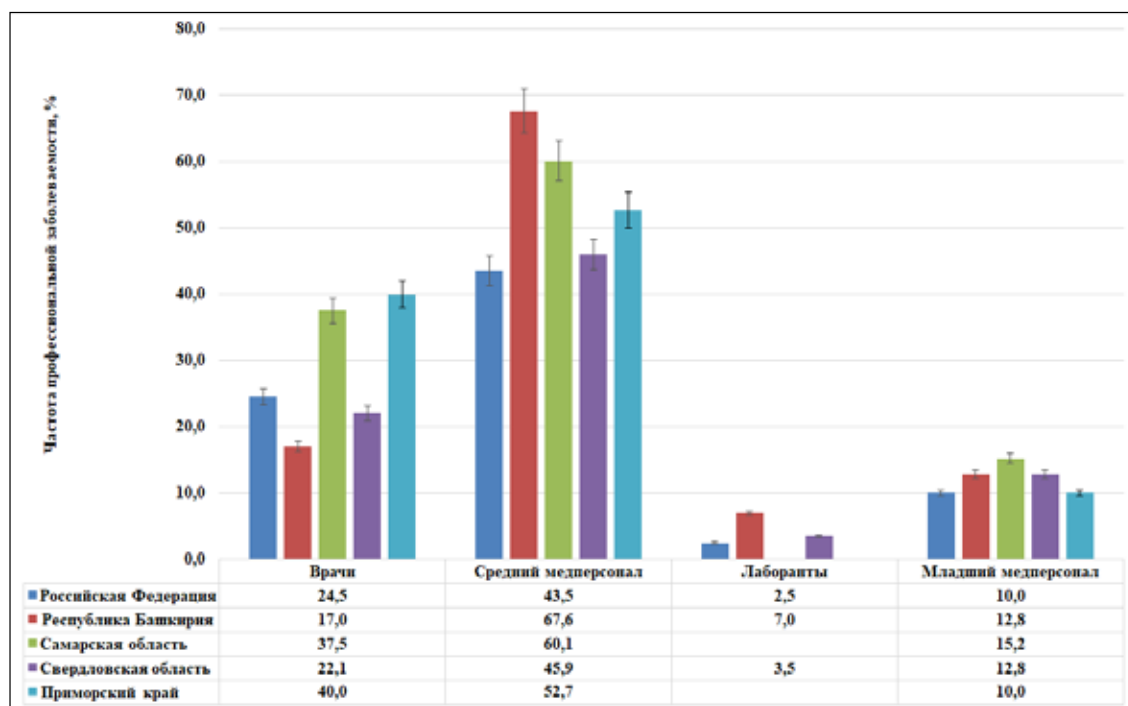


Рис. 1. Частота профессиональной заболеваемости медицинских работников в России и отдельных регионах в зависимости от профессиональной группы, %

Таблица 3

Количество заболевших медицинских работников в профессиональных группах в связи с воздействием факторов производственной среды, число случаев

Факторы производственной среды	Описательная статистика	Медицинский персонал		
		врачи	средний	младший
Химические	M(SD)	2,6 (1,3)	15,7 (22,3)	3,3 (3,8)
	95 % CI	1,4–3,7	–	–
	Me (Q1–Q3)	–	6,0 (1,0–19,0)	2,0 (1,0–3,0)
Физические	M(SD)	2,3 (1,5)	1,3 (0,6)	1,3 (0,6)
	95 % CI	-1,5–6,1	–	–
	Me (Q1–Q3)	–	1,0 (1,0–2,0)	1,0 (1,0–2,0)
Биологические	M(SD)	18,5 (12,0)	8,8 (14,2)	21,7 (3,1)
	95 % CI	-89,5–126,5	–	(14,1–29,3)
	Me (Q1–Q3)	–	2,0 (1,0–6,0)	–

Состав вредных факторов производственной среды в СКО не имеет существенных различий с аналогичными факторами в больничных организациях, но в связи со спецификой санаторно-курортного лечения приоритетными являются физические и химические факторы.

Основные физические факторы, оказывающие влияние на здоровье медицинского персонала физиотерапевтических отделе-

ний (ФТО) при проведении некоторых процедур, приведены в табл. 4.

Ведущим из них является воздействие электромагнитного поля (ЭМП), в связи с чем сравнивали усредненные уровни ЭМП в рабочей зоне некоторых аппаратов в ФТО, рассчитанные по данным [12], с гигиеническими нормативами, действовавшими в период проведения измерений (табл. 5).

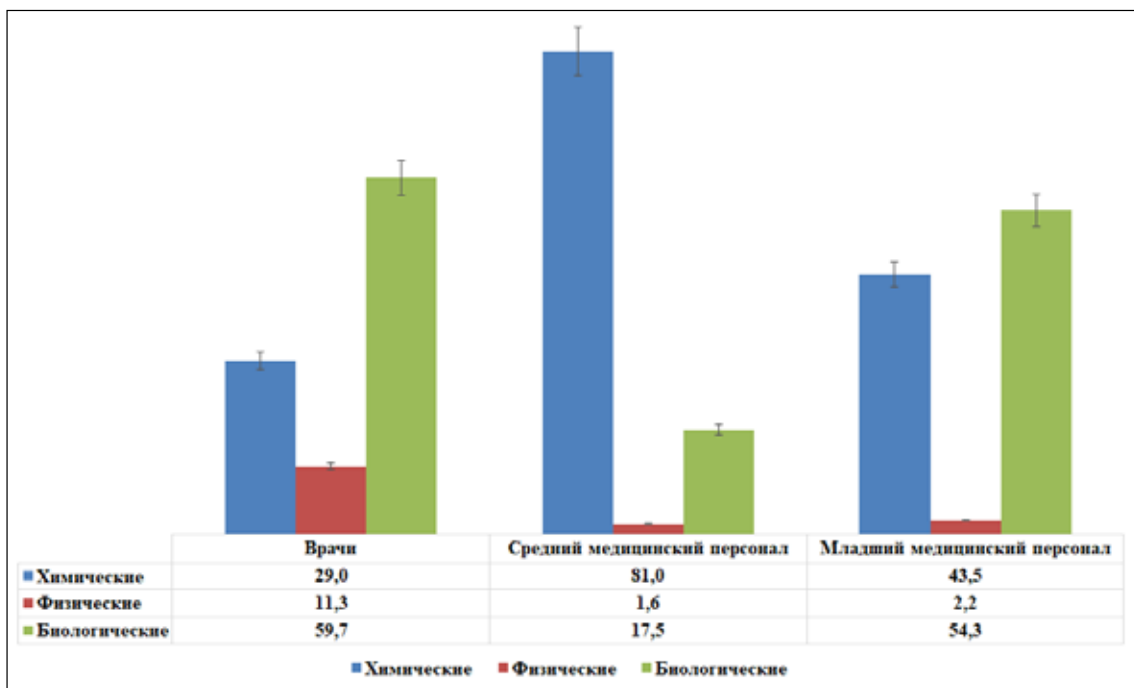


Рис. 2. Частота профессиональной заболеваемости медицинских работников в зависимости от воздействия факторов производственной среды, %.

Таблица 4

Физические факторы при проведении физиотерапевтических процедур [4, 14]

Физические факторы	Процедуры
Температура воздуха рабочей зоны, освещённость, коэффициент пульсации освещённости, коэффициент униполярности	Гидротерапия
Температура воздуха рабочей зоны, искусственная освещённость, коэффициент пульсации освещённости, коэффициент униполярности	Грязелечение
Температура воздуха рабочей зоны, коэффициент униполярности	Парафинолечение
Температура воздуха рабочей зоны, искусственная освещённость, коэффициент пульсации освещённости, коэффициент униполярности, напряжённость переменного электрического поля (диапазоны 5 Гц – 2 кГц и 2–400 кГц), напряжённость магнитного поля (диапазон 5 Гц – 2 кГц), повышенный уровень статического электричества, шума и вибрации	Лечение электромагнитным полем
Температура воздуха рабочей зоны, искусственная освещённость, коэффициент пульсации освещённости. Длительное воздействие больших доз ультрафиолетового излучения. Высокий уровень воздействия инфракрасного излучения	Светолечение
Температура воздуха рабочей зоны, искусственная освещённость, коэффициент пульсации освещённости. Повышенный уровень ультразвука, тепловой эффект, физико-химическое действие, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная ионизация воздуха	Ультразвуковая терапия
Искусственная освещённость, коэффициент пульсации освещённости	Фитотерапия

Химический фактор в ФТО характеризуется присутствием в воздухе рабочей зоны свинца, кальция дихлорида, калия йодида, озона и магния сульфата; сероводорода – в водо-грязелечебницах. Содержание этих веществ, как правило, не превышает ПДК [16].

В клинко-диагностических лабораториях (КДЛ) воздух рабочей зоны содержит вред-

ные химические вещества (ВХВ) 2–4 классов опасности [12]: уксусная, азотная, серная и уксусная кислоты; аэрозоли щелочей; аммиак; метиловый спирт; о-толуидин и гидрохлорид (табл. 6). Содержание в воздухе аэрозоли щелочей и о-толуидина может превышать ПДК в 1,5–1,7, а гидрохлорида (3-й класс опасности) – в 4,0–5,5 раза.

Таблица 5

Сравнительная оценка соответствия гигиеническим нормативам уровней электромагнитного поля в рабочей зоне при проведении физиотерапевтических процедур

Аппарат	Фон 50 Гц	5 Гц – 2 кГц	2–400 кГц
Напряженность переменного электрического поля, В/м			
Полимаг-01	1,4–2,5	1,4–2,5	0,2
Амплипульс-8	1,4–2,0	1,1–2,0	2,6–6,5
Диамат	2,4–3,6	2,6–4,8	0,2
АЛИМП-1	0,1	7,6–11,0	0,2
Напряженность магнитного поля, нТл*			
Полимаг-01	13,5–30,2	0,5–0,9	3,7–10,5
Амплипульс-8	0,1–0,2	0,1–0,3	0,01–0,02
Диамат	0,2–0,5	9,1–27,0	0,06–0,1
АЛИМП-1	0,05	55,8–60,8	0,03–0,07

Примечание: * СанПиН [15].

Таблица 6

Оценка риска для здоровья вредных химических веществ, содержащихся в воздухе физиотерапевтических отделений и клиничко-диагностических лабораторий

Вредные химические вещества	Содержание в воздухе, min-max		НQ* min-max	Критические органы
	ПДКм.р.	ПДКс.с.		
Физиотерапевтическое отделение				
Свинец	–	0,1–0,4	10,0–44,0	ЦНС, кровь, развитие, репрод. сист., гормон., почки
Кальция хлорид	0,38–0,40			почки, биохим. (алкалоз, гиперкальциемия)
Каля йодид	0,2–0,3			
Озон	0,8– 1,2		0,4–0,7	органы дыхания
Магния сульфат	0,16–0,18			органы дыхания, системные
Клинико-диагностическая лаборатория				
Уксусная кислота	0,1–0,3		0,2–0,4	органы дыхания
Серная кислота	0,1–0,3		100,0–250,0	органы дыхания
Аэрозоли щелочей	0,5– 1,6			
Аммиак	0,07–0,08		13,2–16,7	органы дыхания
Метилловый спирт	0,1–0,6	0,3– 1,8		
о-толуидин	0,8– 1,7	1,6–3,4		кровь (образование метгемоглобина)
Гидрохлорид	0,3–0,4		85–100	органы дыхания
Примечание: * – коэффициент опасности [17]				

Критическими органами при воздействии свинца являются ЦНС, кровь, развитие, репродуктивная система, гормональная система и почки; а озона – органы дыхания. Суммарный индекс опасности (ТНІ) этих ВХВ со-

ставляет при их минимальном и максимальном содержании в воздухе соответственно 10,4 и 44,0 [17]. Суммарный риск ($HI_{общий}$) вредных химических веществ, содержащихся в воздухе КДЛ, составляет 198,2 и 366,7.

Уровень профессиональной заболеваемости среди медицинских работников санаторно-курортных организаций в 9,6 раза ниже, чем в лечебно-профилактических учреждениях. При сравнении частоты этой патологии среди МР в разных профессиональных группах в рассматриваемых регионах и в целом по России (табл. 1) статистически значимые различия не выявлены.

Анализ ассоциативных связей между частотой профессиональных заболеваний среди врачей, среднего и младшего медицинского персонала в России и рассматриваемых регионах – Республика Башкирия ($r = 0,930$), Самарская область ($r = 0,997$), Свердловская область ($r = 0,986$) и Приморский край ($r = 0,953$) – позволяет полагать, что распределение уровней заболеваемости в профессиональных группах носит общий характер.

Сравнение показателей профессиональной заболеваемости медицинских работников в профессиональных группах (табл. 2) показало, что уровень этой патологии среди среднего медицинского персонала выше, чем среди врачей и младшего медицинского персонала соответственно в 1,9 ($p < 0,001$) и 4,5 раза ($p < 0,001$). Частота профессиональной заболеваемости среди врачей в 2,4 ($p = 0,005$) и 7,0 раза ($p < 0,001$) выше, чем среди младшего медицинского персонала и лаборантов.

Выявлена зависимость уровня профессиональной патологии среди медицинских работников от воздействия факторов риска производственной среды (табл. 3). Установлено, что частота заболеваний врачей и младшего медицинского персонала в связи с воздействием биологического фактора соответственно в 3,4 и 3,1 раза ($p < 0,001$) выше, чем среди среднего медицинского персонала. Уровень профессиональной заболеваемости среднего медицинского персонала, связанный с химическим фактором, в 2,8 и 1,9 раза ($p < 0,001$) выше по сравнению с аналогичным показателем среди врачей и младшего медицинского персонала. Профессиональная заболеваемость врачей, связанная с физическим фактором, соответственно в 7,1 ($p < 0,001$) и в 5,2 ($p = 0,074$) раза превышает частоту аналогичной патологии среди среднего и младшего медицинского персонала.

Одновременное использование нескольких физиотерапевтических аппаратов существенно осложняет электромагнитную обстановку вследствие превышения ПДУ напряженности переменного электрического и магнитного полей на рабочих местах. Установлено [12], что при лечении электромагнитным полем уровни напряжен-

ности переменного электрического и магнитного полей на рабочих местах в ФТО превышение при работе аппарата «Полимаг-01» в диапазоне напряженности переменного электрического поля 5 Гц–2 кГц составляет соответственно 1,4 и 2,5 раза, магнитного – 13,5 и 30,2 раза; при работе «Амплипульс-8» в диапазоне напряженности переменного электрического поля 5 Гц – 2 кГц – 1,1 и 2,0 раза, в диапазоне 2–400 кГц – 2,6 и 6,5 раза соответственно; при работе «Диамат» («Алмаг-03») в диапазоне напряженности переменного электрического поля 5 Гц – 2 кГц – 2,6 и 4,8 раза, магнитного – 9,1 и 27,0 раз; при работе «АЛИМП-1» в диапазоне 5 Гц – 2 кГц напряженности переменного электрического поля соответственно 7,6–11,0 раз, магнитного – в 55,8–60,8 раза.

Анализ загрязненности воздуха рабочей зоны ВХВ выявил (табл. 6), что в ФТО приоритетным веществом является свинец, коэффициент опасности НQ которого составляет при минимальном и максимальном содержании соответственно 10,0 и 40,0. Критическими органами при воздействии свинца являются ЦНС, кровь, репродуктивная система и почки. Вероятность развития у МР вредных эффектов при ежедневном поступлении озона в течение жизни несущественна, так как его $HQ < 1$ [17].

В КДЛ индекс опасности (НI) при одновременном ингаляционном поступлении приоритетных ВХВ в воздухе рабочей зоны при минимальном и максимальном содержании составляет соответственно 198,2 и 366,7. Наибольший вклад в суммарный риск ($H I_{\text{общий}}$) вносит серная кислота – 50,4–68,1 %, второе и третье места занимают хлористый водород и аммиак – соответственно 42,8–27,2 и 6,7–4,5 %. Уксусная кислота в число приоритетных веществ не входит, так как ее $HQ < 1$ [17]. Критический орган для всех ВХВ – органы дыхания.

Таким образом, воздействие факторов производственной среды на состояние здоровья медицинского персонала различается в зависимости от специальности, а повышенный риск и структура профессиональной заболеваемости обусловлены спецификой профессиональной деятельности, что подтверждено в целом ряде работ [6, 18, 19].

Важно отметить, что при соблюдении техники безопасности, гигиенических нормативов и изолированном воздействии вредные факторы не вызывают развития патологических изменений у медицинского персонала, но при сочетанном или комбинированном воздействии с другими факторами такие изменения возможны [12].

Выводы

1. Распределение и уровни профессиональной заболеваемости медицинских работников в профессиональных группах в рассматриваемых регионах и России сопоставимы ($r = 0,930-997$), их различия статистически не значимы ($p > 0,05$). На первом месте по уровню этой патологии находится Самарская область, на втором и третьем – соответственно Приморский край и Республика Башкирия. Частота профессиональной заболеваемости медицинских работников в санаторно-курортных организациях в 9,6 раза меньше, чем в лечебно-профилактических учреждениях.

2. Уровни профессиональной заболеваемости среднего медицинского персонала по сравнению с врачами, лаборантами и младшим медицинским персоналом выше соответственно в 1,9; 13,5 и 4,5 раза ($p < 0,001$), а врачей – в сравнении с младшим медицинским персоналом и лаборантами – в 2,4 ($p = 0,005$) и 7,0 раза ($p < 0,001$).

3. Заболеваемость врачей и младшего медицинского персонала, обусловленная воздействием биологического фактора, в 3,4 и 3,1 раза ($p < 0,001$) выше, чем среднего медперсонала. Заболеваемость последнего в 2,8 и 1,9 ($p < 0,001$) раза чаще связана с воздействием химического фактора, а врачей – в 7,1 ($p < 0,001$) и 5,2 ($p < 0,001$) чаще, чем среднего и младшего медицинского персонала, обусловлена влиянием физического фактора.

4. Превышение гигиенических нормативов при работе, в частности, аппарата «Полимаг-01» в диапазоне напряженности переменного электрического поля 5 Гц – 2 кГц может составлять соответственно 1,4 и 2,5 раза, магнитного – 13,5 и 30,2 раза; а при работе «АЛИМП-1» в диапазоне 5 Гц – 2 кГц напряженности переменного электрического поля – 7,6–11,0 раз, магнитного – в 55,8–60,8 раза.

5. Приоритетным ВХВ в воздухе физиотерапевтического отделения является свинец, НQ которого при максимальном содержании равен 40,0. Критическими органами при воздействии свинца являются ЦНС, кровь, репродуктивная система и почки. В клинко-диагностической лаборатории НИ в условиях одновременного ингаляционного поступления приоритетных ВХВ при их максимальном содержании достигает 366,7. Вклад в суммарный риск серной кислоты составляет – 50,4–68,1%, хлористого водорода и аммиака соответственно 42,8–27,2 и 6,7–4,5%. Критический орган для всех ВХВ – органы дыхания.

Список литературы

1. McDiarmid M.A. Chemical hazards in health care: high hazard, high risk, but low protection. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2006. No. 1076. P. 601–606. DOI: 10.1196/annals.1371.032.
2. Caring for those who care: national programmes for occupational health for health workers: policy brief. World Health Organization & International Labour Organization. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/336479>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO (дата обращения: 11.05.2022).
3. WHO. Protecting workers' health, 30 November 2017 [Охрана здоровья на рабочем месте] [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health> (дата обращения: 11.05.2022).
4. Правила по охране труда в медицинских организациях: Приложение к Приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.12.2020 № 928н «Об утверждении правил по охране труда в медицинских организациях» (Зарегистрирован 30.12.2020 № 61956) [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/1807> (дата обращения: 11.05.2022).
5. Гатиятулина Л.Л. Состояние здоровья медицинских работников // *Вестник современной клинической медицины*. 2016. Т. 9. № 3. С. 69–75. DOI: 10.20969/VSKM.2016.9(3).69-75.
6. Сергеева И.В., Тихонова Е.П., Андропова Н.В., Кузьмина Т.Ю., Зотина Г.П. Заболеваемость медицинских работников инфекционными болезнями, связано ли это с профессиональной деятельностью // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 6. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=22914> (дата обращения: 13.05.2022).
7. Aluko O.O., Adebayo A.E., Adebisi T.F., Ewegbemi M.K., Abidoye A.T., Popoola B.F. Knowledge, attitudes and perceptions of occupational hazards and safety practices in Nigerian healthcare workers. *BMC Research Notes*. 2016. No 9. Article number: 71 (2016). DOI: 10.1186/s13104-016-1880-2.
8. Дудинцева Н.В. Научное обоснование мониторинга профессиональных заболеваний медицинских работников: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва: Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Минздрава России, 2015. 22 с.
9. Тульчинская А.В. Эпидемиологические и клинко-иммунологические аспекты профессиональных аллергических заболеваний у медицинских работников: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2017. 23 с.
10. Полозова Е.В., Богачева А.С., Старовойт А.В. Безопасность труда медицинских работников и пациентов в медицинских организациях: учебно-методическое пособие / Под ред. А.В. Старовойт. СПб.: РИЦ ПСПбГМУ, 2019. 64 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.lspbgmu.ru/images/home/documents/Vospitatelnaya_rabota/borbasterrorom/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf (дата обращения: 11.05.2022).
11. Кондрова Н.С., Шайхлисламова Э.Р., Сандакова И.В., Симонова Н.И., Карпова Н.Н. К вопросу о профессиональных заболеваниях работников здравоохранения и их выявлении при периодических медицинских осмотрах // *Гигиена и санитария*. 2018. Т. 97. № 4. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-4-325-331.
12. Мешков Н.А., Фесюн А.Д., Яковлев М.Ю., Рачин А.П., Вальцева Е.А. Условия труда и факторы риска для здоровья работников санаторно-курортных организаций. // *Вестник восстановительной медицины*. 2022. Т. 21. № 1. С. 126–136. DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-1-126-136.
13. Дубель Е.В., Унгурияну Т.Н. Гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала клинческих и параклинических отделений стационара // *Гигиена и санитария*. 2016. Т. 95. № 1. С. 53–57. DOI: 10.18821/0016-99002016-95-1-53-57.

14. Салдан И.П., Нагорняк А.С., Бalandович Б.А., Поцелуев Н.Ю., Красиков А.А., Тулин Н.Ю., Кудрявский С.И. Гигиенические аспекты безопасности медицинского труда и проблема оценки профессионального риска // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 1. С. 49–54.
15. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 21.06.2016. № 81.
16. Лахно В.А., Бутырская И.Б., Лахно Д.Н. Гигиеническая характеристика условий труда работников санаторно-курортных организаций // Здоровье и окружающая среда: сборник материалов международной научно-практической конференции (Минск, 14–15 ноября 2019 г.) / Под общ. ред. Н.П. Жуковой. Минск, 2019. С. 134–136.
17. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
18. Гарипова Р.В., Берхеева З.М. Анализ профессиональной заболеваемости медицинских работников Республики Татарстан // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 107–113.
19. Бояркина С.И. Условия труда российских врачей: риски для здоровья и инфекционной безопасности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. 2018. Т. 11. № 3. С. 346–363. DOI: 10.21638/spbu12.2018.306.

УДК 616-056.52-092.9

**БУРЫЙ ЖИР ПЕРИВАСКУЛЯРНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ АОРТЫ
НА РАННИХ СТАДИЯХ АЛИМЕНТАРНОГО ОЖИРЕНИЯ У КРЫС****¹Плескановская С.А., ¹Тачмухаммедова А.Х., ²Гельдыев А.А.**¹*Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева,
Ашхабад, e-mail: pleskanovskaya_s@mail.ru;*²*Международный учебно-научный центр Министерства здравоохранения
и медицинской промышленности Туркменистана, Ашхабад*

По оценке ВОЗ распространенность ожирения в мире выглядит неутешительно. В 2016 г. более 1,9 млрд взрослых в возрасте 18 лет и старше имели избыточный вес, из них более 650 млн страдали ожирением. За последние 30 лет распространенность ожирения на всех континентах почти утроилась. В отдельных странах ежегодный рост этого показателя превышает прирост населения. Неблагоприятное влияние ожирения на общую и сердечно-сосудистую смертность доказано. Работа посвящена изучению морфологии и функциональной активности подкожной (ПЖТ) и периваскулярной жировой ткани (ПВЖТ) аорты крыс линии Wistar на ранних сроках формирования алиментарного ожирения. В течение 8 дней животные получали свиное сало *ad libitum*. Показано, что в течение этого срока в ПЖТ и ПВЖТ появляются клетки бурого жира с выраженной экспрессией маркера Ki-67. Необходим поиск новых информативных маркеров, характеризующих участие ожирения в патогенезе заболеваний внутренних органов и в их числе сердечно-сосудистой системы. На наш взгляд, чрезвычайно актуальным в этой связи является изучение топографии и функциональной активности висцеральной жировой ткани, в том числе периваскулярной. Авторы допускают, что определение площади адипоцитов бурого жира в ПВЖТ аорты при помощи современных компьютерных технологий можно рассматривать в качестве предиктора ее атеросклеротического поражения при алиментарном ожирении.

Ключевые слова: алиментарное ожирение, крысы Wistar, периваскулярная жировая ткань аорты, морфометрия, гистохимия

**THE AORTA PERIVASCULAR ADIPOSE TISSUE' BROWN FAT
IN THE EARLY STAGES OF ALIMENTARY OBESITY IN RATS****¹Pleskanovskaya S.A., ¹Tachmukhammedova A.Kh., ²Geldyev A.A.**¹*Myrat Garryev State Medical University of Turkmenistan, Ashkhabad,
e-mail: pleskanovskaya_s@mail.ru;*²*International educational-scientific center of the Ministry of Health
and Medical Industry of Turkmenistan, Ashkhabad*

According to WHO, the prevalence of obesity in the world looks disappointing. In 2016, more than 1.9 billion adults aged 18 and over were overweight, of which more than 650 million were obese. Over the past 30 years, the prevalence of obesity on all continents has almost tripled. In some countries, the annual growth of this indicator exceeds the population growth. The adverse effect of obesity on overall and cardiovascular mortality has been proven. The work is devoted to study of the Wistar rats subcutaneous (SAT) and aorta perivascular adipose tissues (PVAT) morphology and functional activity in the early stages of alimentary obesity formation. For 8 days, the animals were fed pork fat *ad libitum*. It was shown that during this period, brown fat cells with a high expression of the Ki-67 marker appear in the SAT and PVAT. It is necessary to search for new informative markers that characterize the participation of obesity in the pathogenesis of diseases of internal organs, including the cardiovascular system. In our opinion, the study of the topography and functional activity of visceral adipose tissue, including perivascular, is extremely relevant in this regard. The authors admit that using modern computer technologies determination the brown fat adipocytes area in the aorta PVAT can be considered as a predictor of its atherosclerotic lesion in alimentary obesity.

Keywords: alimentary obesity, Wistar rats, perivascular adipose tissue of the aorta, morphometry, histochemistry

По оценке ВОЗ распространенность ожирения в мире выглядит неутешительно. В 2016 г. более 1,9 млрд взрослых в возрасте 18 лет и старше имели избыточный вес, из них более 650 млн страдали ожирением. За последние 30 лет распространенность ожирения на всех континентах почти утроилась. В отдельных странах ежегодный рост этого показателя превышает прирост населения [1]. Неблагоприятное влияние ожирения на общую и сердечно-сосудистую смертность доказано. Установлено, что увеличение

индекса массы тела (ИМТ) на одну единицу сопровождается увеличением риска развития сердечной недостаточности на 5% у мужчин и на 7% у женщин [2].

Накопление общего жира в организме, как известно, происходит в результате его отложения в подкожных и висцеральных депо.

Висцеральная жировая ткань окружает внутренние органы и характеризуется ассоциацией с кардиометаболическими факторами риска, независимо от общей жировой массы. К висцеральной жировой

ткани относится и периваскулярная жировая ткань (ПВЖТ). ПВЖТ в настоящее время рассматривается как один из компонентов сердечно-сосудистого гомеостаза [3], механизмы данного взаимодействия еще нуждаются в изучении. В этой связи широко обсуждается концепция так называемого «парадокса ожирения». Согласно этой концепции у страдающих ожирением больных больше шансов на выживание, чем у лиц, имеющих недостаточный вес. Многие вопросы, касающиеся этого феномена, остаются без ответа [4, 5]. Периваскулярная жировая ткань (ПВЖТ) является активным регулятором сосудистого гомеостаза. В физиологических условиях она поддерживает нормальную функцию сосудов, выделяя антиатерогенные, противовоспалительные и вазодилатирующие биологически активные вещества [6]. Важно отметить, что все патологические изменения (индукция аргиназы, дефицит L-аргинина, ингибирование Akt и снижение фосфорилирования eNOS) у мышей с ожирением, вызванным диетой, наблюдались только в PVAT, но не в самой аорте. То есть сосудистая дисфункция у мышей с ожирением проявляется только в аорте, содержащей PVAT, но не в аорте без PVAT. Эти результаты еще раз подтверждают гипотезу о том, что роль PVAT может быть даже более важной, чем роль эндотелия, в сосудистой дисфункции, вызванной ожирением [7].

Жировая ткань в организме представлена клетками белого (БелЖТ) и бурого жира (БурЖТ). До недавнего времени полагали, что БелЖТ представляет собой лишь пассивную ткань для хранения дополнительной энергии. Однако в настоящее время существуют неоспоримые доказательства того, что эта ткань выполняет обширные эндокринные функции [8].

Гормоны и биологически активные вещества, вырабатываемые адипоцитами, называются адипоцитокинами (адипокинами). К настоящему времени известно около 50 адипоцитокинов [9].

Факт наличия БурЖТ у взрослых людей был установлен в 2009–2010 гг. С помощью методов иммуногистохимии, позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии убедительно доказано наличие этого вида жировой ткани. По частоте встречаемости в организме одна клетка бурого жира (бурый адипоцит) приходится на 100–200 белых адипоцитов [9]. Между двумя разновидностями жировой ткани – белой и бурой – существует паритет, тесные структурно-функциональные взаимодействия. У многих млекопитающих и у детей БурЖТ содержит лимфоциты, а также очаги кро-

ветворения, количество которых резко увеличивается при воздействии экстремальных факторов. Тесный контакт лимфоцитов с бурыми адипоцитами и максимальный лейкоцитоз у животных во время зимней спячки наводят на мысль о тесной взаимосвязи БурЖТ с иммунной системой.

Таким образом, ПВЖТ, БелЖТ и БурЖТ играют решающую роль в сосудистой дисфункции, вызванной ожирением, и могут представлять собой новую терапевтическую мишень для лечения сосудистых осложнений при ожирении. Их терапевтический потенциал нуждается в дальнейшей проверке на моделях ожирения. Необходим поиск новых информативных маркеров, характеризующих участие ожирения в патогенезе заболеваний внутренних органов и в их числе сердечно-сосудистой системы. На наш взгляд, чрезвычайно актуальным в этой связи является изучение топографии и функциональной активности жировой ткани, в том числе периваскулярной, в патогенезе атеросклероза аорты при ожирении.

Целью настоящей работы являлось изучение морфологии и функциональной активности ПВЖТ аорты крыс на ранних сроках формирования алиментарного ожирения.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на 22 крысах-самцах линии Wistar с массой тела 180–220 г. Животных содержали в стандартных условиях вивария.

Было выделено 2 группы животных по 11 голов в каждой. Крысы первой группы (I гр) получали свиное сало *ad libitum*; животные второй группы (II гр) находились на стандартном рационе питания вивария. На 8 сутки от начала скармливания жира крыс обеих групп иммобилизовали в вертикальном положении в течение 2–2,5 ч в камере Когана. Для замедления кровотечения иммобилизованным крысам внутривенно вводили четырекратно с 15-минутным интервалом обзидан из расчета 1 мг на 100 г массы тела животного. По истечении времени иммобилизации животных выводили из эксперимента с соблюдением правил эвтаназии. Для морфологического исследования у животного изымались аорта с прилежащей к ней периваскулярной жировой тканью. От каждого животного брались 8 участков. Обработка биоматериала и окраска гематоксилином-эозином осуществлялась по стандартной методике. Гистоморфометрическое исследование проведено при увеличениях $\times 120$ и $\times 390$ с помощью морфометрической сетки Автандилова и Image-Pro® Plus системы. Для морфоло-

гических и гистохимических исследований забирали образцы подкожной жировой ткани (ПЖТ) и периваскулярной жировой ткани (ПВЖТ) грудной части аорты. Парафиновые срезы тканей, их окраску гематоксилином-эозином осуществляли общепринятым методом. Способ моделирования атеросклероза был осуществлен согласно патенту [10]. Исследование включало морфометрию препаратов и определение пролиферативной активности клеточных элементов жировой ткани по экспрессии Ki-67 [11].

Математическая обработка полученных данных выполнена с использованием статистической программы SPSS (USA).

Результаты исследования и их обсуждение

Было установлено, что в течение 8 дней эксперимента масса тела животных, получавших высококалорийную пищу в виде свиного сала, значительно изменилась по сравнению с контрольной группой животных, находившихся на стандартном рационе питания. Масса тела крыс I гр на 8-й день эксперимента увеличилась на 20 % и составила $225,7 \pm 11,7$ гр и II гр – $187,9 \pm 9,3$ гр (различие математически достоверно, $p < 0,05$).

На 8-е сутки от начала алиментарной жировой нагрузки в подкожной жировой ткани (ПЖТ) крыс обеих групп выявлены обычные скопления адипоцитов, содержащих «белый» и «бурый» жир (АБЛЖ, АББЖ). Однако в периваскулярной жировой ткани (ПВЖТ) животных I-й (экспериментальной) группы к этому времени площадь скопления адипоцитов, содержащих АБрЖ, достоверно увеличилась против АБЛЖ. Если в ПВЖТ животных контрольной группы площадь скоплений АБрЖ составила $21,08 \pm 2,3 \times 10^3$ мкм², в группе животных, получавших алиментарную нагрузку, она достигла $54,9 \pm 6,2 \times 10^3$ мкм² ($p < 0,01$),

то есть в 2,6 раза превысила уровень контроля.

Ни в ПЖТ, ни в ПВЖТ животных обеих групп не выявлено воспалительных или склеротических изменений. То есть непродолжительная (в течение 8 дней) жировая алиментарная нагрузка не вызывает воспалительно-инфильтративных изменений ни в ПЖТ, ни ПВЖТ аорты крыс, но способствует накоплению в них бурой жировой ткани (БЖТ).

Было установлено, что с увеличением площади БЖТ в ПВЖТ и ПЖТ одновременно повышается экспрессия Ki-67 – маркера пролиферации (таблица).

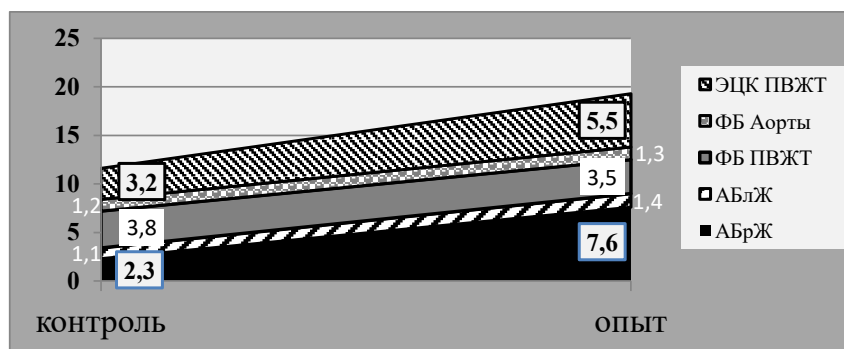
В частности, экспрессия Ki-67 в АБрЖ ПВЖТ у крыс экспериментальной группы в 3,3 раза выше по сравнению с контрольной группой животных и составляет $7,6 \pm 1,1$ % против $2,3 \pm 0,6$ % в контрольной группе ($p < 0,01$). То есть в ответ на алиментарную жировую нагрузку в ПВЖТ крыс линии Wistar активируются процессы пролиферации. «Фоновая» пролиферативная активность экспрессирована и в АБЛЖ. Однако выраженность экспрессии маркера в 2 раза ниже по сравнению с экспериментальной группой животных. Так, экспрессия Ki-67 в АБЛЖ ПВЖТ у животных контрольной группы составляет $1,1 \pm 0,3$ %, у животных экспериментальной – $2,1 \pm 0,5$ ($p < 0,05$). То есть уже через 8 дней алиментарной жировой нагрузки в АДБЖ ПВЖТ крыс усиливаются процессы пролиферации (таблица).

Как видно из таблицы, адипоциты бурого жира (АБрЖ) обладают высокой пролиферативной активностью уже на ранних стадиях ожирения у крыс. Вместе с тем экспрессия Ki-67 на эндотелиоцитах капилляров в ПВЖТ, фибробластах и фиброцитах ПВЖТ, фибробластах и фиброцитах стенки аорты не изменяется ($p > 0,05$ во всех случаях).

Сравнительная характеристика ИГХ-экспрессии отдельных маркеров в ПВЖТ в виде Score-показателя

№	Маркер	Экспрессирующие маркер клетки	I группа опыт	II группа контроль
1	Ki-67, %	Адипоциты «бурого» жира (АБрЖ)	$7,6 \pm 1,1^*$	$2,3 \pm 0,6$
		Адипоциты «белого» жира (АБЛЖ)	$2,1 \pm 0,5^*$	$1,1 \pm 0,3$
		Эндотелиоциты капилляров в ПВЖТ	$4,5 \pm 0,8$	$3,2 \pm 0,5$
		Фибробласты и фиброциты ПВЖТ	$3,7 \pm 0,6$	$3,8 \pm 0,9$
		Фибробласты и фиброциты стенки аорты	$1,2 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,3$
2	Десмин	Гладкомышечные клетки стенки аорты	$3,4 \pm 0,6^*$	$5,7 \pm 0,8$
		Гладкомышечные клетки стенки мелких сосудов в ПВЖТ	$9,5 \pm 1,8$	$8,9 \pm 1,9$

Примечание. * – $p < 0,05$.



Динамика степени экспрессии маркера Ki-67 в зависимости от вида клеток жировой ткани.
(обозначения в тексте)

Показано, что, в отличие от отдаленных жировых депо, которые регулируют сердечно-сосудистую систему, способствуя циркуляции биоактивных адипоцитокинов, ПВЖТ способна непосредственно модулировать ключевые сигнальные пути в сосудистой стенке и миокарде через паракринные и вазокринные пути [3]. Более того, недавно показано, что связь между сосудистой стенкой и ПВЖТ является двунаправленной. Так, например, локально высвобождаемые из поврежденного сосуда медиаторы воспаления и продукты окисления могут непосредственно изменять фенотип периваскулярных адипоцитов [12]. В этой связи особый интерес вызывает достоверно низкая экспрессия десмина гладкомышечными клетками (ГМК) стенки аорты в I (экспериментальной) группе животных. Скорее всего, это связано с начавшимся процессом склерозирования в стенке аорты, когда определенная часть ГМК стенки аорты, в норме интенсивно экспрессирующая десмин, начинает терять свойства мышечных клеток и приобретает свойства фибробластов и фиброцитов.

Исследование показало, что экспрессия маркера Ki-67 четко выражена на эндотелиоцитах капилляров (ЭЦК) ПВЖТ животных обеих групп. Но и в этом случае экспрессия маркера на ЭЦК ПВЖТ крыс при алиментарном ожирении значительно выше по сравнению с контрольной группой животных и составляет $5,5 \pm 0,8\%$ против $3,2 \pm 0,5\%$, то есть увеличена в 1,7 раза ($p < 0,05$).

Было установлено, что на ранней стадии развития алиментарного ожирения экспрессия маркера на эпителиоцитах капилляров ПВЖТ увеличивается в 1,7 раза, на адипоцитах бурого жира в 3,3 раза, в то время как пролиферативная активность других клеток практически не изменяется. То есть имеет место повышение пролиферативной активности фибробластов, фиброцитов

и эпителиоцитов капилляров ПВЖТ, и оно достоверно выше по сравнению с адипоцитами бурого жира (рисунок).

Если учесть, что на ранней стадии алиментарного ожирения на фоне значительно-го увеличения площади АБлЖ увеличивается пролиферативная активность как самих АБрЖ, так и эпителиоцитов ПВЖТ, становится возможным допустить, что прогрессирование ожирения может привести к повреждению стенки не только капилляров ПВЖТ, но и аорты.

Роль ПВЖТ и БЖТ в развитии сердечно-сосудистых заболеваний доказана. Клетки этих тканей секретируют адипокины и цитокины, которые, в свою очередь, локально модифицируют стенку сосудов [3]. Следовательно, при прогрессирующем увеличении площади бурого жира в ПВЖТ аорты можно ожидать прогрессивного нарастания пролиферативной активности ее клеток (адипоцитов, фиброцитов, фибробластов и эндотелиоцитов), что неизбежно приведет к атаке на интиму аорты.

Современные компьютерные технологии – эмиссионно-позитронная томография – позволяют определить топографию и основные характеристики бурой жировой ткани [13]. В этой связи мы допускаем, что определение площади АБлЖ в ПВЖТ аорты можно использовать в качестве предиктора развития ее атеросклеротического поражения, то есть оценить риск поражения аорты при алиментарном ожирении.

Список литературы

1. World Health Organization – WHO (2017) Obesity and overweight. Controlling the global obesity epidemic. (Electronic resource). URL: <http://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en> (date of access: 12.06.2022).
2. Ospanov O., Fursov A. Prevalence of obesity in Kazakhstan. AMJ. 2017. 10. No. 119. P. 16–920. DOI: 10.21767/AMJ.2017.3169.
3. Учасова Е.Г., Груздева О.В., Дылева Ю.А., Белик Е.В. Роль периваскулярной жировой ткани в развитии ате-

росклеротических и неатеросклеротических заболеваний. Медицинская иммунология. 2019. 21. № 4. С. 633–642. DOI: 10.15789/1563-0625-2019-4-633-642.

4. Antonopoulos A.S., Oikonomou E.K., Antoniadis C., et al. From the BMI paradox to the obesity paradox: the obesity – mortality association in coronary heart disease. *Obes Rev.* 2016. 17. P. 989–1000. DOI: 10.1111/obr.12440.

5. Akoumianakis I., Antoniadis C. The interplay between adipose tissue and the cardiovascular system: is fat always bad? *Cardiovasc Res.* 2017. Vol. 113. P. 999–1008. DOI: 10.1093/cvr/cvx111.

6. Ким О.Т., Дадаева В.А., Королев А.И., Драпкина О.М. Периваскулярная жировая ткань в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний. Российский кардиологический журнал. 2021. 26. 11. 4567. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4567.

7. Ning Xia and Huige Li The role of perivascular adipose tissue in obesity-induced vas-cular dysfunction. *Br. J. Pharmacol.* 2017. Oct. V. 174. № 20. P. 3425–3442. DOI: 10.1111/bph.13650.

8. Груздева О.В., Акбашева О.Е., Дылева Ю.А., Антонова Л.В., Матвеева В.Г., Учасова Е.Г., Фанаскова Е.В., Ка-ретникова В.Н., Иванов С.В., Барбараш О.Л. Адипокиновый

и цитокиновый профили эпикардальной и подкожной жи-ровой ткани у пациентов с ишемической болезнью сердца // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 163. № 5. С. 560–563.

9. Мяделец О.Д., Мяделец В.О., Соболевская И.С., Ки-чигина Т.Н. Белая и бурая жировые ткани: взаимодействие со скелетной мышечной тканью // Вестник ВГМУ. 2014. Т. 13. № 5. С. 35–44.

10. Способ моделирования алиментарного атероматоза. Патент RU 2033646 (дата публикации 20.04.1995).

11. Sales Gil R., Vagnarelli P. Ki-67: More Hidden behind a ‘Classic Proliferation Marker’. *Trends Biochem Sci.* 2018. Aug 18. P. 2–8.

12. Costa R.M., Neves K.B., Tostes R.C. et al. Perivascu-lar Adipose Tissue as a Relevant Fat Depot for Cardiovascular Risk in Obesity. *Front Physiol.* 2018. 9. P. 253. DOI: 10.3389/fphys.2018.00253.

13. Antonopoulos A.S., Sanna F., Sabharwal N. et al. De-tecting human coronary inflammation by imaging perivascular fat. *Sci.Transl. Med.* 2017. № 9. P. 12658. DOI: 10.1126/scitrans-lmed.aal2658.

УДК 616.381-006.03-002

ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ОПУХОЛИ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ**Томнюк Н.Д., Данилина Е.П., Здзитовецкий Д.Э., Кембель В.Р., Борисов Р.Н.***ГБОУ ВПО «Красноярский государственный медицинский университет**им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, e-mail: khb1@krasgma.ru*

Воспалительные опухоли – это патологические новообразования, причинами возникновения которых могут являться инородные тела ятрогенного или иного характера в брюшной полости, оперативные вмешательства в анамнезе, травмы и ушибы parenchymatous органов, инфекционные поражения, в том числе грибковой этиологии. В статье проанализирована тактика ведения пациентов с воспалительной опухолью. Приведены клинические случаи возникновения воспалительных образований на фоне оперативных вмешательств у 17 больных, которые были распределены на группы соответственно возрасту: до 30 лет – 3 больных, 31–40 лет – 5, 41–50 лет – 4, старше 60 лет – 5 больных. Выделены и описаны характерные проявления таких опухолей, результаты клинико-лабораторных и инструментальных данных, а также результаты гистологического исследования. Особое внимание уделено трудностям диагностики, в том числе интраоперационной, так как воспалительные опухоли имеют различную неспецифичную симптоматику, а также необходимости удаления подобных образований, так как они не имеют склонности к обратному развитию и могут существенно утяжелять состояние пациента. При обследовании больных с клиникой острого живота в трудных дифференциально-диагностических случаях врачам хирургических специальностей необходимо помнить о подобных состояниях с целью их своевременной диагностики и выбора правильной тактики лечения пациентов. У наблюдаемых пациентов была установлена корреляция между возникновением воспалительного образования и перенесенными ранее операциями, а также связь с оставленными инородными телами в ходе медицинского вмешательства.

Ключевые слова: опухоль брюшной полости, инородное тело, текстилома, острый живот, перфорация стенки кишки

INFLAMMATORY TUMORS OF THE ABDOMINAL CAVITY**Tomnyuk N.D., Danilina E.P., Zdzitovetskiy D.E., Kembel V.R., Borisov R.N.***Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V.F. Voyno-Yasenetsky
of the Ministry of Health of Russia, Krasnoyarsk, e-mail: khb1@krasgma.ru*

Inflammatory tumors are pathological neoplasms, the causes of which may be foreign bodies of an iatrogenic or other nature in the abdominal cavity, surgical interventions in anamnesis, injuries and bruises of parenchymal organs, infectious lesions, including fungal etiology. The article analyzes the tactics of managing patients with an inflammatory tumor. Clinical cases of the occurrence of inflammatory formations on the background of surgical interventions in 17 patients are presented, which were divided into groups according to age: up to 30 years old - 3 patients, 31-40 years old - 5, 41-50 years old - 4, over 60 years old - 5 patients. The characteristic manifestations of such tumors, the results of clinical, laboratory and instrumental data, as well as the results of histological examination, are identified and described. Particular attention is paid to the difficulties of diagnosis, including intraoperative ones, since inflammatory tumors have various non-specific symptoms, as well as the need to remove such formations, because they do not have a tendency to reverse development and can significantly aggravate the patient's condition. When examining patients with an acute abdomen in difficult differential diagnostic cases, doctors of surgical specialties need to be aware of such conditions in order to diagnose them in a timely manner and choose the right tactics for treating patients. In the observed patients, a correlation was established between the occurrence of an inflammatory formation and previous operations, as well as a connection with foreign bodies left during medical intervention.

Keywords: tumor of the abdominal cavity, foreign body, textiloma, acute abdomen, perforation of the intestinal wall

Причиной возникновения воспалительных опухолей брюшной полости могут быть инфекции различной природы: дизентерия, туберкулез, актиномикоз, колиты, аппендицит. Описаны случаи проведения дифференциальной диагностики между гранулематозным воспалением при актиномикозе, который подтвердился результатами гистологического исследования в пользу абдоминального актиномикоза, и злокачественной опухоли [1, 2]. Кроме того, воспалительные опухоли могут образовываться при амёбиазе, так как помимо проявлений данного заболевания в виде типичной симптоматики (дизентерии с диареей и ректальным кровотечением) могут формироваться объемные

образования – абсцессы печени и гранулематозные массы толстой кишки, которые могут имитировать карциному [3].

Проблема инородных тел, оставшихся в организме после медицинских вмешательств, сохраняет свою актуальность в хирургической практике в настоящее время. Большинство авторов полагают, что чаще всего причиной возникновения воспалительных опухолей брюшной полости являются инородные тела, попавшие в брюшную полость при ранениях и операциях (лигатуры, марлевые шарики, салфетки) – так называемые «текстиломы» или «госипибомы». Другой путь проникновения инородных тел – из просвета кишечника

через его стенку в виде острых предметов (иглы, косточки, части сломанных зубных протезов и другие предметы). Существует несколько известных факторов, которые увеличивают вероятность удержания инородного тела, например, экстренные операции, повышающие риски оставления инородных предметов в полостях тела, высокий индекс массы тела, значительная потеря крови во время операции и пренебрежение при подсчете материала и хирургических инструментов [4]. По данным литературных источников частота инцидентов колеблется от 1 до 10 на 10 000 операций [5].

Клиническая картина воспалительных опухолей вариативна: некоторые случаи манифестируют по типу «острого живота», некоторые проявляются болями тянущего характера, диспепсическими расстройствами, в том числе метеоризмом, симптоматикой хронической кишечной непроходимости, лихорадкой; в ряде случаев симптомы стерты либо отсутствуют вовсе [6].

При диагностических исследованиях эти опухоли проявляются как ответная реакция организма в виде специфического и неспецифического продуктивного воспаления, характеризуются рядом таких событий, как адсорбция белка, адгезия моноцитов и макрофагов, образование гигантских клеток инородных тел с последующей инкапсуляцией [7].

Дифференциальный диагноз широк для каждого варианта, начиная от воспалительных процессов и заканчивая злокачественными опухолями. Визуализирующий подход к диагностике варьируется в зависимости от локализации образования. Так, для интраабдоминальных масс контрастно-усиленная КТ и ультразвуковое исследование продемонстрировали диагностическую точность. Тем не менее определение точного происхождения и характера такого рода опухолей представляет большие трудности даже во время операции [8]. Диагностика, основанная на визуализации, должна учитывать неспецифические жалобы, возникающие в результате возможного малосимптомного течения. Визуализация сохраненного инородного материала может наводить на мысль о саркоме ввиду выраженной воспалительной реакции и локального нарушения архитектоники ткани, приводящего к гетерогенным изменениям сигнала [9]. При этом истинный характер новообразования устанавливается только при гистологическом исследовании.

Клиническая оценка и анамнез важны для разработки дифференциального диагноза с учетом таких параметров, как размер образования, локализация в брюшной

полости, вероятность роста опухоли и рецидива в месте иссечения, особенно при подозрении на злокачественность образования.

Цель исследования – анализ тактики ведения пациентов с воспалительными опухолями брюшной полости, случаи которых имели место во врачебной практике.

Материалы и методы исследования

За 18 лет под наблюдением находилось 17 больных (11 женщин и 6 мужчин) с воспалительными опухолями и подозрением на опухоли брюшной полости.

Все пациенты были распределены по группам в зависимости от их возраста. Итого было сформировано четыре группы больных: до 30 лет – 3 пациента, 31–40 лет – 4, 41–50 лет – 4, старше 60 лет – 5 пациентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, исходя из данных анамнеза наблюдаемых больных, что причиной развития воспалительной опухоли у 11 пациентов были перенесенные операции: аппендэктомия – 3 больных; резекция желудка, холецистэктомия, ушивание разрыва матки, грыжесечение – по одному больному; удаление кист, тубовариальные опухоли яичников – 4 больных. В остальных 6 случаях причиной, вероятно, были перенесенные травмы с повреждением паренхиматозных органов (печени, поджелудочной железы, селезенки) и забрюшинные гематомы (у трех больных); еще двое больных с перенесенными переломами костей; у одного пациента – травма поясничного отдела позвоночника.

Многие из этих больных ранее были оперированы в других больницах г. Красноярска и Красноярского края. Большинство больных поступили в стационар в сроки от 2 до 4,5 месяцев после операции, одна женщина – спустя 1,2 года.

Диагностика воспалительных опухолей отличается полиморфизмом клинической картины, что может способствовать неверной тактике ведения пациентов. У некоторых пациентов на первый план выступали явления «острого» живота (прооперированы в экстренном порядке с диагнозом «перитонит»). Были обнаружены инородные тела, перфорирующие стенку кишки с образованием воспалительной опухоли в брюшной полости. Подобную картину мы наблюдали в двух случаях:

1. Больной 50 лет, поступил с диагнозом «Перфоративная язва двенадцатиперстной кишки».

На операции была обнаружена воспалительная опухоль, окутанная большим сални-

ком, в центре которой найдена рыба кость. Гнойник прорвался в свободную брюшную полость. Рентгенологически и клинически диагноз «Перфорация полого органа брюшной полости» не вызывал сомнений.

2. Больной 75 лет, оперирован по поводу перфорации сигмовидной кишки с образованием плотного инфильтрата между сигмовидной и прямой кишкой с вовлечением мочевого пузыря. Был выставлен диагноз «Злокачественное новообразование сигмовидной кишки», с которым пациент был прооперирован. При операции «опухоль» была вскрыта, в полости обнаружено инородное тело – металлический крючок от стоматологического зубного протеза. Кроме того, обнаружены пролежни с перфорацией стенки сигмовидной кишки диаметром 1,5 см. Операция закончена удалением воспалительной опухоли и наложением противоестественного ануса. После длительного восстановительного периода в условиях стационара пациент выписан на амбулаторное лечение с рекомендациями. Впоследствии выполнено плановое закрытие колостомы с восстановлением непрерывности толстой кишки.

У остальных больных клиническая картина заболевания протекала по типу хронической кишечной непроходимости. У части пациентов нельзя было исключать злокачественное новообразование, так как пальпаторно в брюшной полости определялись малоподвижные, умеренно болезненные опухолевидные образования размером с куриное яйцо. Лабораторные и инструментальные методы обследования были малоубедительными и не позволяли выставить окончательный диагноз.

Особый интерес представляют два случая опухоли брюшной полости у женщин (после ушивания разрыва матки и удаления кисты яичника). В обоих случаях в малом тазу были обнаружены малоподвижные, практически безболезненные образования значительных размеров, которые вызвали учащение мочеиспускания. Эти больные длительное время наблюдались у гинеколога и готовились к плановому оперативному лечению, так как не исключалась вероятность злокачественной опухоли. Одной пациентке была проведена предоперационная лучевая терапия. В последующем обе женщины были оперированы с диагнозом «Опухоль гениталий».

В первом случае интраоперационно был обнаружен конгломерат, состоящий из гранулирующей ткани (сальника) с вовлечением маточной трубы, петли тонкой кишки, мочевого пузыря. Опухоль размером 6х4х5 см была удалена без каких-либо повреждений. При вскрытии обнаружен «сигарообразный»

дренаж, который был оставлен при первой санации. Во втором случае было обнаружено образование между маткой, мочевым пузырем и прямой кишкой с образованием плотного тяжа, идущего к передней брюшной стенке. Опухолевидное образование было удалено; на разрезе макропрепарата были обнаружены белесоватые тяжи, геморрагическая масса и марлевая салфетка.

При гистологическом исследовании в первом случае диагностирована воспалительная опухоль без каких-либо подозрений на злокачественность, во втором была обнаружена веретенообразно-клеточная саркома, описаны полиморфизм клеточного состава, резко атипичные клетки, клетки с большим числом митозов, что указывает на развитие истинно злокачественной опухоли.

В литературе также имеются указания на возможность перерождения воспалительных опухолей в истинные при длительном непосредственном контакте с инородным телом. Инородное тело, сохраненное в течение длительного времени, может сопровождаться целлюлитом, инфекцией глубоких тканей или опухолевидными массами, так как хроническое воспаление повышает риски возникновения атипичных опухолевых клеток [10].

Из 17 наблюдаемых больных были прооперированы 13. Кроме описанных выше причин возникновения воспалительных опухолей, у троих пациентов были обнаружены осумкованные лигатуры после аппендэктомии, у одного – травма поджелудочной железы; один пациент в анамнезе имел ушивание ран селезенки; еще у одного больного – ушивание ран печени.

Клиническая картина заболевания у этих больных была стертой и неспецифичной для какого-то одного заболевания, что существенно затрудняло диагностику. У разных больных определялись дискомфорт в животе, явления метеоризма (вздутие, урчание живота), нарушение стула, общая слабость, повышенная утомляемость, субфебрильная температура, озноб. В клиническом анализе крови отмечались признаки воспаления: повышение СОЭ и сдвиг лейкоцитарной формулы влево. Все больные длительное время находились под наблюдением различных специалистов, однако лечение не давало должного эффекта. Во время операции были обнаружены петрификаты, выраженный спаечный процесс, увеличенные мезентериальные лимфоузлы, при этом другой патологии не было выявлено. У 4 больных после проведенного консервативного лечения улучшилось общее состояние и лабораторные показатели крови, и они были выписаны без операции.

Только тщательное гистологическое исследование при опухолях брюшной полости показывает их воспалительный характер, где преобладает картина хронического гнойного и продуктивного воспаления. Ткани инфильтрированы нейтрофилами, эозинофилами, лейкоцитами, лимфоцитами, часто обнаруживается отек, кровоизлияние, в отдельных участках – созревание эластических волокон, с переходом воспаления в склероз или возможным обострением воспалительного процесса с образованием микроабсцессов и гнойников. Воспаление не имеет четкой демаркационной линии по контуру видимого образования, оно распространяется на соседние органы и ткани, процесс протекает медленно.

Необходимо обратить внимание на то, что опухоль должна быть удалена, так как она не имеет склонности к обратному развитию. Хирург, удаляя воспалительную опухоль, должен знать, что в ряде случаев предполагаемая небольшая операция может стать сложной и опасной для больного.

Заключение

Таким образом, выдвинутая в начале исследования гипотеза, свидетельствующая о возникновении воспалительных опухолей брюшной полости из-за хирургических вмешательств по поводу воспалительных заболеваний, подтвердилась у 11 пациентов, которые перенесли следующие операции: аппендэктомия, резекцию желудка, холецистэктомия, гинекологические операции и др.

Помимо этого, имеются пациенты с воспалительной опухолью брюшной полости, возникшей в результате травм и ушибов. У части пациентов возникновение объемного образования сопряжено с попаданием инородных тел ятрогенного характера в брюшную полость, что подтверждается исследованием макропрепарата «опухоли» и гистологическим анализом, позволяющим дифференцировать воспалительный характер образования от злокачественной опухоли.

Более того, данная тема имеет и этический аспект, ведь весомую часть среди причин возникновения воспалительной опухоли занимают медицинские манипуляции. Инциденты, ставящие под угрозу безопасность пациентов, такие как непреднамеренное удержание инородных тел, рассматриваются как «никогда не происходившие события». Такие ситуации считаются неприемлемыми и в высшей степени предот-

вратимыми. Все организации здравоохранения должны принимать соответствующие меры для предотвращения возникновения ятрогенных осложнений путем последовательного применения стандартизированных процессов оказания медицинской помощи.

Недостаточная огласка проблемы дополнительно доказывает ее важность и значимость, обосновывает необходимость ее популяризации. Точная отчетность обо всех случаях возникновения воспалительной опухоли ятрогенного характера является важнейшим шагом в определении способов предотвращения возникновения таких событий.

Список литературы

1. Донская Е.В., Гаврилюк В.П., Костин С.В., Северинов Д.А., Закутаева Л.Ю. Нетипичная манифестация болезни Крона у девочки-подростка // Журнал имени Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2021. № 1 (10). URL: <https://www.jnmp.ru/jour/article/view/1088> (дата обращения: 19.05.2022).
2. Граудина В.Е., Дрожжина Н.П., Куцирь И.В. Сложный случай диагностики абдоминального актиномикоза // Вестник СурГУ. Медицина. 2020. № 1 (43). DOI: 10.34822/2304-9448-2020-1-45-48.
3. Taherian M., Samankan S., & Cagir B. Amebic Colitis. In StatPearls. StatPearls Publishing. 2022. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542237/> (дата обращения: 20.05.2022).
4. Kastiunig T., Sortino R., Vines L.C., & Benigno, L. Intra-abdominal foreign body as unexpected discovery mimicking suspicious malignancy. Journal of surgical case reports, 2021. No. 6. DOI: 10.1093/jscr/rjab248.
5. Szymocha M., Pacan M., Anufrowicz M., Jurek T., & Rorat M. Leaving a foreign object in the body of a patient during abdominal surgery: still a current problem. Polski przegląd chirurgiczny. 2019 № 6 (91). P. 35–40. DOI: 10.5604/01.3001.0013.2024.
6. Hameed A., Naeem A., Azhar M., & Fatimi S.H. Intrathoracic gossypiboma. BMJ case reports. 2014. DOI: 10.1136/bcr-2013-201814.
7. Майбородин И.В., Михеева Т.В., Ярин Г.Ю., Хоменик С.В., Агзаев М.К., Майбородина В.И., Шевела А.А., Вильгельми И.А., Шевела А.И. Некоторые морфологические особенности тканевых реакций на имплантацию металлических изделий // Новости хирургии. 2020. Vol. 28. № 1. URL: <http://surgery.by/details.php?&lang=ru&year=2020&issue=1&number=9> (дата обращения: 19.05.2022).
8. Fowler K.J., Garcia E.M., Kim D.H., Cash B.D., Chang K.J., Feig B.W., Gage K.L., Kambadakone A.R., Levy A.D., Liu P.S., Marin D., Moreno C., Peterson C. M., Pietryga J.A., Smith M.P. & Carucci L.R. ACR Appropriateness Criteria. Palpable Abdominal Mass-Suspected Neoplasm. Journal of the American College of Radiology. 2019. Vol. 16. No. 11S. P. 384–391. DOI: 10.1016/j.jacr.2019.05.014.
9. Puvanesarajah V., Fayad L.M., Rao S.S., McCarthy E.F. & Morris C.D. Extremity gossypiboma mimicking sarcoma: case report and review. Skeletal radiology. 2019. Vol. 48. No. 4. P. 629–635. DOI: 10.1007/s00256-018-3059-5.
10. Yhoshu E., Chaudhary G., & Gupta M.K. Retained wooden foreign body in groin in a child: A case report and review of literature. African journal of paediatric surgery. 2020. Vol. 17. No. 3&4. P. 127–130. DOI: 10.4103/ajps.AJPS_22_20.

УДК 616-006.66:577.29

АКТИВНОСТЬ МИКРОСОМАЛЬНЫХ РЕДУКТАЗ В КЛЕТКАХ РАКА ЯИЧНИКОВ, ИНТАКТНЫХ И ДЕФИЦИТНЫХ ПО КАСПАЗЕ-2

¹Федорова М.В., ²Шестакова М.А., ³Проскурнина Е.В.¹ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора»,
Москва, e-mail: theklazontag@yandex.ru;²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Москва, e-mail: chrysolite7@gmail.com;³ФГБНУ «Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова»,
Москва, e-mail: proskurnina@gmail.com

Рак яичников занимает лидирующую позицию среди причин смерти от гинекологических заболеваний. Гомеостаз активных форм кислорода и апоптоз являются ключевыми и патогенетически связанными звеньями канцерогенеза. Каспаза-2 обладает уникальным свойством запускать митохондриальный путь апоптоза в клетках. На мембранах митохондрий и эндоплазматического ретикулама располагаются цепи микросомального окисления цитохрома b5 и цитохрома P450. Проведено исследование активности NADH-зависимой цитохром b5-редуктазы (CYB5R) и NADPH-зависимой цитохром P450-редуктазы (CYPOR) в клеточной культуре рака яичников (Caov-4) в трех группах: интактные клетки (Wild Type), нокаутные клетки по гену каспазы-2 методом CRISPR/Cas9 и клетки, экспрессирующие малую шпилечную РНК, снижающую синтез каспазы-2, при помощи оригинальной методики люцигенин-активированной хемилюминесценции со стимулами NADH и NADPH. Стационарные уровни стимулированной хемилюминесценции A_{NADH} и A_{NADPH} отражают активность NADH-зависимой цитохром b5-редуктазы и NADPH-зависимой цитохром P450-редуктазы соответственно. Показано, что отсутствие или снижение экспрессии гена каспазы-2 в клетках приводит к снижению активности цитохром b5-редуктазы в исследованных клетках рака яичника, что имеет практическое значение для изучения терапии и патогенеза злокачественных новообразований яичников.

Ключевые слова: рак яичников, каспаза-2, NADH-зависимая цитохром b5-редуктаза, NADPH-зависимая цитохром P450-редуктаза, активные формы кислорода, хемилюминесценция

ACTIVITY OF MICROSOMAL REDUCTASES IN INTACT AND CASPASE-2 DEFICIENT OVARIAN CANCER CELLS

¹Fedorova M.V., ²Shestakova M.A., ³Proskurnina E.V.¹Central Research Institute of Epidemiology of the Federal Service for Surveillance
on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Moscow, e-mail: theklazontag@yandex.ru;²Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, e-mail: chrysolite7@gmail.com;³Research Centre for Medical Genetics, Moscow, e-mail: proskurnina@gmail.com

Ovarian cancer occupies a leading position among the causes of death from gynecological diseases. Homeostasis of reactive oxygen species and apoptosis are key and pathogenetically related links in carcinogenesis. Caspase-2 has the unique ability to trigger the mitochondrial pathway of apoptosis. On the membranes of mitochondria and the endoplasmic reticulum, there are chains of microsomal oxidation of cytochrome b5 and cytochrome P450. We have studied the activity of NADH-dependent cytochrome b5 reductase (CYB5R) and NADPH-dependent cytochrome P450 reductase (CYPOR) in ovarian cancer culture (Caov-4) in three groups: intact (Wild Type, WT), caspase gene knockout -2 by the CRISPR/Cas9 method and expressing small hairpin RNA that reduces caspase-2 synthesis using an original technique of lucigenin-enhanced chemiluminescence with NADH and NADPH stimuli. Stationary levels of stimulated chemiluminescence A_{NADH} and A_{NADPH} reflect the activity of NADH-dependent cytochrome b5 reductase and NADPH-dependent cytochrome P450 reductase, respectively. The absence or decrease in the expression of the caspase-2 gene leads to a decrease in the activity of cytochrome b5 reductase in ovarian cancer cells, which is of practical importance for studying the therapy and pathogenesis of ovarian cancer.

Keywords: ovarian cancer, caspase-2, NADH-dependent cytochrome b5 reductase, NADPH-dependent cytochrome P450 reductase, reactive oxygen species, chemiluminescence

Рак яичников занимает лидирующую позицию среди причин смерти от гинекологических заболеваний. Это связано с диагностированием на поздних стадиях заболевания, низким процентом пятилетней выживаемости и высоким процентом химиорезистентности [1]. Канцерогенез является сложным многокомпонентным процессом, в котором большое значение имеет нарушение гомео-

стаза активных форм кислорода (АФК) [2] и апоптоза, тесно связанных между собой в единой патогенетической цепи. Запуск апоптоза раковых клеток является целью различных схем терапии рака, например химиотерапии, лучевой терапии, иммунотерапии или таргетной терапии [3]. Резистентность опухоли к терапии зависит в том числе от способности клеток к индукции апоптоза.

Каспаза-2 обладает уникальными характеристиками, свойственными инициаторным, эффекторным и неапоптотическим каспазам. Она играет роль в запуске и усилении апоптоза, активируясь при воздействии генотоксического стресса, активации рецепторов смерти, стресса эндоплазматического ретикула, метаболических изменений, тепловом шоке и воздействии ряда патогенов [4]. Каспаза-2 играет неапоптотическую роль в остановке клеточного цикла, стабильности генома и подавлении опухоли, действует как супрессор опухоли и участвует в химиотерапевтическом ответе [5].

Каспаза-2 обладает уникальным свойством запускать митохондриальный путь апоптоза посредством расщепления проапоптотического белка Bid и последующей пермеабилizations внешней мембраны митохондрий. Каспаза-2 участвует в запуске апоптоза, вызванном митохондриальным оксидативным стрессом [6] и стрессом эндоплазматического ретикула (ЭПР-стрессом).

На внешней мембране митохондрий и мембранах эндоплазматического ретикула располагаются цепи микросомального окисления цитохрома b5 и цитохрома P450. Не найдено работ, в которых была бы изучена возможная связь активности каспазы-2 и систем микросомального окисления, однако гипотетически такая связь может существовать на уровне кислородного метаболизма и регуляции апоптоза. Цель исследования – изучить активность микросомальных редуктаз цитохром b5-редуктазы (CYB5R) и цитохром P450-редуктазы (CYPOR) на культуре интактных и дефицитных по каспазе-2 клетках рака яичников при помощи оригинальной методики люцигенин-активированной хемилюминесценции со стимулами NADH и NADPH.

Материалы и методы исследования

Исследовали следующие культуры клеток рака яичников Caov-4 (ATCC, США): интактные (Wild Type, WT), нокаутные по гену каспазы-2 с помощью метода CRISPR/Cas9 (Cr) и экспрессирующие малую шпилечную РНК, снижающую синтез каспазы-2 (Sh). Клетки центрифугировали в течение 10 мин при 3000 g при комнатной температуре, далее осадок ресуспендировали раствором Хенкса, стабилизированном 2 мМ HEPES. Надосадочную жидкость использовали для контрольных экспериментов.

Оценку активности микросомальных редуктаз в культурах клеток проводили с помощью люцигенин-активированной хемилюминесценции на 12-канальном при-

боре Lum-1200 («ДИСофт», Россия). В пластиковую кювету вносили 800 мкл суспензии культуры клеток (количество клеток в пробе 800 000) и регистрировали базальную хемилюминесценцию в течение 3 мин при $t = 37^\circ\text{C}$. Далее добавляли 200 мкл люцигенина (динитрат 10,10'-диметил-9,9'-биакридиния, Sigma, США, конечная концентрация 200 мкМ) и продолжали запись сигнала 3–5 мин. Далее к пробам добавляли NADH или NADPH (Sigma, США) в конечной концентрации 100 мкМ и регистрировали ответ на стимулы в течение не менее 30 мин. Общий объем пробы в кювете составил 1,000 мл. Стационарные уровни стимулированной хемилюминесценции A_{NADH} и A_{NADPH} отражают активность NADH-зависимой цитохром b5-редуктазы и NADPH-зависимой цитохром P450-редуктазы, соответственно. Эксперименты были проведены на двух образцах культур, каждую хемилюминограмму регистрировали в трех повторях.

Результаты исследования и их обсуждение

При добавлении стимулов к суспензии клеток Caov-4 WT уровень хемилюминесценции возрастал на порядок, и кинетика была близка к стационарной. Аналитический сигнал обусловлен прямым восстановлением люцигенина при помощи редуктаз с образованием супероксидного анион-радикала, к которому чувствителен люцигенин как хемилюминесцентный зонд. Таким образом, уровень хемилюминесценции отражает активность редуктаз. Для дикого типа активность цитохром b5-редуктазы была примерно в полтора-два раза выше активности цитохром P450-редуктазы (рис. 1, а). В контрольном опыте с надосадочной жидкостью сигнал хемилюминесценции был близок к нулю (рис. 1, б).

В клетках Caov-4, дефицитных по каспазе-2, уровень NADH-стимулированной хемилюминесценции был ниже, чем в клетках WT (рис. 2, а), причем этот эффект не зависел от метода редактирования генома (рис. 2, б). Уровень NADPH-зависимой хемилюминесценции был практически одинаков в клетках WT, Sh и Cr.

Таким образом, в дефицитных по каспазе-2 клетках рака яичников снижена примерно в 1,5–2 раза активность CYB5R, но не CYPOR.

Накопленные данные свидетельствуют о том, что каспаза-2 связана как с митохондриально-опосредованным апоптозом, в том числе вызванным стрессом ЭПР, так и с метаболическими процессами, в том числе с метаболизмом активных форм кислорода.

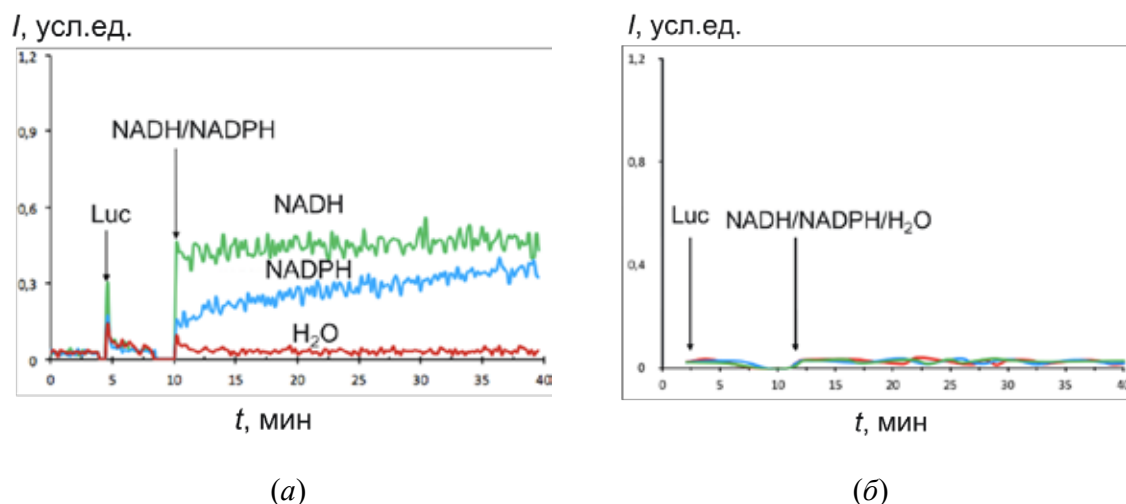


Рис. 1. Хемилиюминограммы клеток дикого типа (а) и надосадочной жидкости (б) в присутствии люцигенина (Luc) NADH или NADPH; в качестве контроля к клеткам добавляли 10 мкл дистиллированной воды

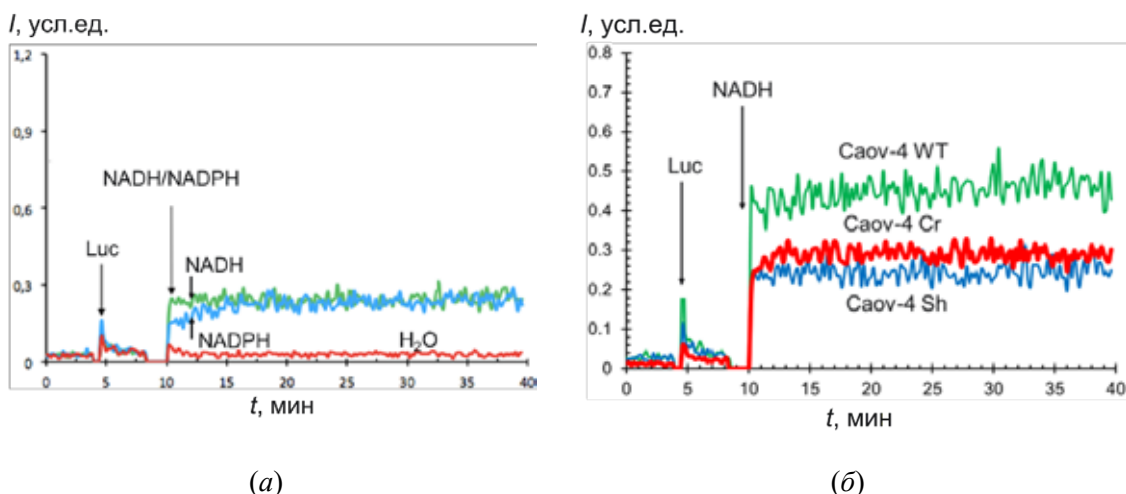


Рис. 2. Хемилиюминограммы клеток Caov-4 (Sh), дефицитных по каспазе-2, в присутствии люцигенина (Luc) и NADH или NADPH (а); в качестве контроля к клеткам добавляли 10 мкл дистиллированной воды. Хемилиюминограммы NADH-стимулированной хемилиюминесценции для клеток Caov-4 дикого типа (WT) и с дефицитом по каспазе-2 (Cr и Sh) (б)

Каспаза-2, скорее всего, через факторы транскрипции FoxO, регулирует реакцию на окислительный стресс *in vivo*. У мышей с нокаутом по каспазе-2 уровень окислительного стресса в белках был существенно выше, чем у животных дикого типа, а экспрессия генов транскрипционных противовоспалительных факторов FoxO1 и Nrf2 была снижена. Также при дефиците каспазы-2 не было усиления активности антиоксидантных ферментов глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы в ответ на обработку прооксидантом [7]. Таким образом, дефицит каспазы-2 приводит к усилению окисли-

тельного стресса потому, что не активируется механизм антиоксидантной защиты, что делает организм более уязвимым к экзогенным факторам и может частично объяснить более короткую продолжительность жизни мышей, дефицитных по каспазе-2 [7].

С другой стороны, АФК являются проапоптотическим фактором. Окислительный стресс приводит к накоплению белка p53 с последующей активацией каспазы-2, что, в свою очередь, инициирует апоптоз через митохондриальный путь в нейрональных стволовых клетках [8]. Ключевая роль активных форм кислорода в опосре-

дованном каспазой-2 апоптозе подтверждается тем фактом, что антиоксиданты N-ацетилцистеин и кверцитин блокировали апоптоз и последовательную активацию каспазы-2 и каспазы-3 в раковых клетках [9]. В частности, может быть задействован путь АФК → PERK (панкреатическая киназа эндоплазматического ретикулума) → eIF2α (фактор инициации трансляции 2 эукариотического типа) → каспаза-2 [10].

Стресс эндоплазматического ретикулума (накопление белков с нарушением укладки) приводит к активации проапоптотических белков BCL-2, BAX и BAK на внешней митохондриальной мембране, запуская таким образом апоптоз, и каспаза-2 участвует в этом, расщепляя BID в ответ на стресс эндоплазматического ретикулума, что приводит к потере потенциала на митохондриальной мембране; таким образом, ее ингибирование ее повышает устойчивость к апоптозу. Механизм апоптоза через BID и каспазу-2 реализуется также при окислительном стрессе. Таким образом, каспаза-2 участвует в передаче сигналов при ЭПР-индуцированном апоптозе для запуска митохондриального пути апоптоза [11].

Подведем итог: а) дефицит каспазы-2 способствует развитию окислительного стресса за счет ингибирования антиоксидантного ответа; б) окислительный стресс приводит к апоптозу, опосредованному каспазой-2; в) при стрессе эндоплазматического ретикулума каспаза-2 выступает как участник, передающий сигнал к митохондриальному апоптозу.

Цепь цитохрома P450 располагается на мембранах эндоплазматического ретикулума. NADPH-зависимая цитохром P450-редуктаза (CYPOR) восстанавливает цитохром P450, цитохром b5, гемоксигеназу, сквален-монооксигеназу, 7-дегидрохолестерол редуктазу, при этом образуются супероксидный анион-радикал и пероксид водорода. Цепь цитохрома b5 локализуется на мембранах эндоплазматического ретикулума, на внешней мембране митохондрий и мембранах комплекса Гольджи. NADH-зависимая цитохром b5-редуктаза (CYB5R) участвует в синтезе холестерина, элонгации жирных кислот, гидроксигировании ксенобиотиков и стероидных гормонов, поддерживает в восстановленном состоянии аскорбат и коэнзим Q10, защищая клетку от апоптоза [12]. Митохондриальная CYB5R локализуется на внешней мембране и в межмембранном пространстве. Она участвует, в частности, в синтезе липидов в митохондриях адипоцитов [13]. С другой стороны, CYB5R может действовать как прооксидантный фермент. Активация

CYB5R, связанной с липидными рафтами, приводит к повышенной продукции супероксидного анион-радикала, что переводит апоптоз мозжечковых гранулярных клеток в необратимую фазу [14].

В литературе не найдено работ, изучающих взаимосвязь каспазы-2 и цитохром b5-редуктазы. Возникает ряд вопросов. Во-первых, в каком именно компартменте произошло снижение активности или концентрации CYB5R – митохондриальном, компартменте ЭПР или в комплексе Гольджи. При этом митохондриальная цитохром b5-редуктаза может быть как внешне-мембранной, так и межмембранной, активность которой зависит от эффективности транслокации. Поскольку каспаза-2 тесно связана как с митохондриями, так и эндоплазматическим ретикулумом, ответ на этот вопрос следует искать специальными исследованиями, выделяя митохондрии и микросомальную фракцию из клеток, дефицитных по каспазе-2. Второй вопрос – за счет чего произошло снижение активности (или концентрации) CYB5R. Этот фермент является участником антиоксидантной защиты, и наши данные согласуются с ранее полученными результатами, свидетельствующими, что при дефиците каспазы-2 снижена активация антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы и глутатион-пероксидазы в ответ на окислительный стресс [15]. Каспаза-2 и CYB5R являются многофункциональными ферментами, участвующими в метаболизме активных форм кислорода, других метаболических процессах (обмен липидов и углеводов), в регуляции апоптоза. В целом они действуют в разных направлениях – активация каспазы-2 усиливает апоптоз и окислительный стресс, активация CYB5R противодействует апоптозу и окислительному стрессу. Если снижение активности каспазы-2 приводит к снижению активности CYB5R, возможно, эти ферменты связаны единой регуляцией, механизм которой предстоит выяснить.

Заключение

Отсутствие или снижение экспрессии гена каспазы-2 приводит к снижению активности цитохром b5-редуктазы в клетках рака яичника, что позволяет выдвинуть гипотезу о том, что эти ферменты связаны через пока еще невыясненные сигнальные пути. Предстоит определить, в каком пуле CYB5R и по какому механизму произошло снижение активности. Поскольку в аспекте апоптоза и окислительного стресса каспаза-2 и CYB5R действуют разнонаправленно, практическое значение заключается в том, что при разработке методов терапии

рака резистентных опухолей нужно учитывать влияние обоих ферментов.

Авторы благодарят канд. биол. наук Г.С. Копейну за предоставленные образцы клеток и ценные советы при обсуждении результатов.

Список литературы

1. Webb P.M., Jordan S.J. Epidemiology of epithelial ovarian cancer. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2017. Vol. 41. P. 3–14. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2016.08.006.
2. Sarmiento-Salinas F.L., Perez-Gonzalez A., Acosta-Casique A., Ix-Ballote A., Diaz A., Trevino S., Rosas-Murrieta N.H., Millan-Perez-Pena L., Maycotte P. Reactive oxygen species: Role in carcinogenesis, cancer cell signaling and tumor progression. *Life Sci* 2021. Vol. 284. P. 119942. DOI: 10.1016/j.lfs.2021.119942.
3. Carneiro B.A., El-Deiry W.S. Targeting apoptosis in cancer therapy. *Nat Rev Clin Oncol* 2020. Vol. 17. No. 7. P. 395–417. DOI: 10.1038/s41571-020-0341-y.
4. Aksenova V.I., Bylino O.V., Zhivotovskii B.D., Lavrik I.N. [Caspase-2: what do we know today?]. *Mol Biol (Mosk)*. 2013. Vol. 47. No. 2. P. 187. DOI:10.7868/s0026898413010023.
5. Terry M.R., Arya R., Mukhopadhyay A., Berrett K.C., Clair P.M., Witt B., Salama M.E., Bhutkar A., Oliver T.G. Caspase-2 impacts lung tumorigenesis and chemotherapy response in vivo. *Cell Death Differ.* 2015. Vol. 22. No. 5. P. 719–730. DOI: 10.1038/cdd.2014.159.
6. Lopez-Cruzan M., Sharma R., Tiwari M., Karbach S., Holstein D., Martin C.R., Lechleiter J.D., Herman B. Caspase-2 resides in the mitochondria and mediates apoptosis directly from the mitochondrial compartment. *Cell Death Discov.* 2016. Vol. 2. DOI: 10.1038/cddiscovery.2016.5.
7. Shalini S., Puccini J., Wilson C.H., Finnie J., Dorstyn L., Kumar S. Caspase-2 protects against oxidative stress in vivo. *Oncogene.* 2015. Vol. 34. No. 38. P. 4995–5002. DOI: 10.1038/onc.2014.413.
8. Tamm C., Zhivotovsky B., Ceccatelli S. Caspase-2 activation in neural stem cells undergoing oxidative stress-induced apoptosis. *Apoptosis.* 2008. Vol. 13. No. 3. P. 354–363. DOI: 10.1007/s10495-007-0172-7.
9. Kim B.M., Rode A.B., Han E.J., Hong I.S., Hong S.H. 5-Phenylselenenyl- and 5-methylselenenyl-methyl-2'-deoxyuridine induce oxidative stress, DNA damage, and caspase-2-dependent apoptosis in cancer cells. *Apoptosis.* 2012. Vol. 17. No. 2. P. 200–216. DOI: 10.1007/s10495-011-0665-2.
10. Moserova I., Truxova I., Garg A.D., Tomala J., Agostinis P., Cartron P.F., Vosahlikova S., Kovar M., Spisek R., Fucikova J. Caspase-2 and oxidative stress underlie the immunogenic potential of high hydrostatic pressure-induced cancer cell death. *Oncoimmunology.* 2017. Vol. 6. No. 1. P. e1258505. DOI: 10.1080/2162402X.2016.1258505.
11. Mishra R., Karande A.A. Endoplasmic reticulum stress-mediated activation of p38 MAPK, Caspase-2 and Caspase-8 leads to abrin-induced apoptosis. *PLoS One.* 2014. Vol. 9. No. 3. P. e92586. DOI: 10.1371/journal.pone.0092586.
12. Elahian F., Sepehrizadeh Z., Moghimi B., Mirzaei S.A. Human cytochrome b5 reductase: structure, function, and potential applications. *Crit Rev Biotechnol.* 2014. Vol. 34. No. 2. P. 134–43. DOI: 10.3109/07388551.2012.732031.
13. Neve E.P., Nordling A., Andersson T.B., Hellman U., Diczfalussy U., Johansson I., Ingelman-Sundberg M. Amidoxime reductase system containing cytochrome b5 type B (CYB5B) and MOSC2 is of importance for lipid synthesis in adipocyte mitochondria. *J Biol Chem.* 2012. Vol. 287. No. 9. P. 6307–6317. DOI: 10.1074/jbc.M111.328237.
14. Samhan-Arias A.K., Marques-da-Silva D., Yanamala N., Gutierrez-Merino C. Stimulation and clustering of cytochrome b5 reductase in caveolin-rich lipid microdomains is an early event in oxidative stress-mediated apoptosis of cerebellar granule neurons. *J Proteomics.* 2012. Vol. 75. No. 10. P. 2934–2949. DOI: 10.1016/j.jprot.2011.12.007.
15. Shalini S., Kumar S. Caspase-2 and the oxidative stress response. *Mol Cell Oncol.* 2015. Vol. 2. No. 4. P. e1004956. DOI: 10.1080/23723556.2015.1004956.

УДК 613.96-057.874(575.2-25)

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОДРОСТКОВ
В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ И ВЫСОКОГОРЬЯ****Чернышева Е.А., Байызова А.А., Асеева В.Н., Жусупбекова А.Ж.***Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек,
e-mail: chernysheva.doctor@mail.ru*

Целью нашего исследования было изучение показателей variability сердечного ритма (ВСР) подростков, проживающих в низкогорном районе, г. Бишкек (700 м над уровнем моря), и высокогорном районе Кыргызской Республики, район Ат-Баши (2060 м над уровнем моря). Variability сердечного ритма позволяет оценить функциональные возможности организма, своевременно определить отклонения в работе регуляторных систем организма и провести профилактические мероприятия, направленные на сохранение здоровья ребенка. Целевая группа исследования – подростки в возрасте 15–17 лет из низкогорного района – 28 чел., высокогорного района – 25 чел. Исследование проведено по методике Р.М. Баевского. Исследование ВСР у подростков в условиях высокогорья и низкогорья проводится впервые. Получены результаты: по оценке variability сердечного ритма выявлено, что у подростков в условиях высокогорья симпатическое влияние вегетативной нервной системы в 2 раза выше, чем у подростков низкогорья. У подростков в условиях высокогорья индекс адаптационного потенциала ССС, позволяющий оценить функциональное состояние регуляторных систем организма и степень вовлеченности в стресс, на 5 % ниже показателей в условиях низкогорья. По оценке показателя тренированности сердечно-сосудистой системы к нагрузкам, коэффициент выносливости у подростков высокогорья был на 15 % выше, чем у подростков в условиях низкогорья.

Ключевые слова: подростки, variability сердечного ритма, индекс напряженности, высокогорье, низкогорье**AUTONOMIC RESISTANCE AND HEART RATE VARIABILITY
IN ADOLESCENTS IN HIGH AND LOWER MOUNTAIN****Chernysheva E.A., Bayyzova A.A., Aseeva V.N., Zhusupbekova A.Zh.***Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek,
e-mail: chernysheva.doctor@mail.ru*

The aim of our study was to study the indicators of variability heart rate (HRV) of adolescents living in the low-mountain area of Bishkek (700 meters above sea level) and the high-mountain area of At-Bashy region of the Kyrgyz Republic (2060 m above sea level). Heart rate variability allows to evaluate the functional the body's ability to timely identify deviations in work regulatory systems of the body and carry out preventive activities aimed at maintaining the health of the child. Target study group – adolescents aged 15-17 years from the low-mountain district -28, high-mountainous region -25 people. The study was carried out according to the method of R.M.Baevsky. Study of HRV in adolescents under conditions highlands and lowlands is held for the first time. The results were obtained: according to the assessment of heart rate variability it was found that in adolescents in high mountains, sympathetic influence of the autonomic nervous system is 2 times higher than in adolescents of lowlands. In adolescents in high altitude conditions, the CVS adaptive potential index, which allows assessing the functional state of regulatory systems of the body and the degree of involvement in stress by 5 % below indicators in low-mountain conditions. According to the indicator of fitness of the cardiovascular system to loads, the coefficient of endurance in adolescents in high mountains was 15 % higher than in adolescents in low mountains.

Keywords: adolescents, heart rate variability, tension index, highlands, lowlands

Процесс развития общества во многом определяется уровнем популяционного здоровья подростков, которое оказывает значимое влияние на здоровье нации в целом и формирует ее культурный, интеллектуальный, производственный и репродуктивный потенциал [1]. Variability сердечного ритма (ВСР) – это один из методов исследования, позволяющий оценивать состояние регуляторных систем человека. Регуляторные системы, в частности симпатическая и парасимпатическая нервная система, работают в балансе, как бы поддерживая друг друга. Тем самым они обеспечивают высокую устойчивость и защищенность. Variability сердечного ритма – это неинвазивный метод исследования регуляторных систем человека в физиологических условиях. Этот

метод позволяет оценить состояние механизмов регуляции функций организма и оценить соотношение влияния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Известно, что вегетативная дисфункция приводит к снижению качества жизни подростков, ограничивает возможность выбора профессии, негативно влияет на репродуктивное здоровье, приводит к формированию различных заболеваний у взрослых [2]. Распространенность данного состояния увеличивается с возрастом и в подростковой популяции достигает 65–72 % [3, 4]. В этом возрасте организм подростков очень чувствителен и малоустойчив к высоким учебным нагрузкам, нарушению режима дня, недосыпанию [1]. Впоследствии нарушение регуляторных процессов орга-

низма может привести к развитию преневротических и психосоматических расстройств, требующих комплексной реабилитации [5]. Качество регуляции – индикатор качества жизни и средство контроля здоровья.

Вариабельность сердечного ритма позволяет оценить функциональные возможности организма, своевременно определить отклонения в работе регуляторных систем организма и провести профилактические мероприятия, направленные на сохранение здоровья ребенка.

Исследование ВСР у подростков в условиях высокогорья и низкогогорья проводится впервые.

Цель исследования – изучение показателей вариабельности сердечного ритма подростков, проживающих в низкогорном и высокогорном районах Кыргызской Республики, для оценки функциональных возможностей организма и оценки отклонений в работе регуляторных систем.

Задачи: провести исследование показателей вариабельности сердечного ритма у подростков

– в условиях низкогогорья г. Бишкека (700 м над уровнем моря);

– в условиях высокогорья р. Ат-Баши Нарынской области (2060 м над уровнем моря).

Материалы и методы исследования

Целевая группа исследования – подростки в возрасте 15–17 лет. Общее количество 54 чел. (18 мальчиков, 35 девочек). Из низкогогорного района (г. Бишкек – 700 м над уровнем моря) – 28 чел. (8 мальчиков, 20 девочек). Из высокогорного района (р. Ат-Баши Нарынской области – 2060 м над уровнем моря) – 25 чел. (10 мальчиков, 15 девочек).

Для исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы и регуляторных систем организма использовали анализ вариабельности сердечного ритма «ВСР») методом математического подсчета интервалокардиографии (методика Р.М. Баевского), а также оценку функциональных проб сердечно-сосудистой системы. Оцени-

вались ЭКГ, ЧСС, АД, вес, рост. Подсчитывались индекс Кердо, коэффициент выносливости, индекс напряженности, адаптационный потенциал. Показатели функциональной оценки позволяли выявить тип саморегуляции кровообращения, состояние напряжения, перенапряжения механизмов адаптации или срыв адаптационных процессов сердечно-сосудистой системы, состояние тренированности ССС к нагрузкам, компенсированный и декомпенсированный дистресс.

Подсчет данных проводился программой SPSS.

Результаты исследования и их обсуждение

По анализу вариабельности сердечного ритма у подростков в условиях низкогогорья (методика Р.М. Баевского (Мо)) составил:

– нормотонический тип регуляции ССС у мальчиков 87,5%, у девочек – 78,9%;

– ваготонический тип регуляции ССС у мальчиков нет, у девочек – 5,3%;

– симпатоконический тип регуляции ССС (состояние напряжения или перенапряжения, или срыв механизмов адаптации) у мальчиков 12,5%, у девочек – 15,8% (табл. 1).

По анализу вариабельности сердечного ритма у подростков в условиях высокогорья (методика Р.М. Баевского (Мо)) мы получили следующие результаты:

– ваготонический тип регуляции ССС у мальчиков 15,4%, у девочек – нет;

– симпатикотонический тип регуляции ССС (состояние перенапряжения, или срыв механизмов адаптации) у мальчиков 30,8%, у девочек – 41,2% (табл. 2).

По показателям Мо

Симпатикотонический тип регуляции сердечно-сосудистой системы, дающей информацию о состоянии напряжения, перенапряжения механизмов адаптации, наблюдался в 2 раза чаще у подростков в условиях высокогорья, как у мальчиков, так и у девочек (31% против 12% у мальчиков и 41% против 14% у девочек).

Таблица 1

Анализ вариабельности сердечного ритма у подростков в условиях низкогогорья (методика Р.М. Баевского (Мо))

	Мальчики, частота	Проценты	Девочки, частота	Проценты
Норма	7	87,5	15	78,9
Ваготонический тип	0	0	1	5,3
Симпатикотонический тип	1	12,5	3	15,8
Всего	8	100,0	19	100,0

$P = 0,045$ (имеются статистические различия между высокогорьем и низкогогорьем).

Таблица 2

Анализ вариабельности сердечного ритма у подростков в условиях высокогорья (методика Р.М. Баевского (Мо))

	Мальчики, частота	Проценты	Девочки, частота	Проценты
Норма	7	53,8	10	58,8
Ваготонический тип	2	15,4		
Симпатикотонический тип	4	30,8	7	41,2
Всего	13	100,0	17	100

$P = 0,045$ (имеются статистические различия между высокогорьем и низкогорьем).

Сравнительный анализ вариабельности сердечного ритма по методике Р.М. Баевского (Амо) по амплитуде моды показал следующее:

– нормотонический тип регуляции ССС у мальчиков г. Бишкек – 87,5%, в р. Ат-Баши – 69,2%;

– ваготонический тип регуляции ССС у мальчиков г. Бишкек – 12,5%, в р. Ат-Баши – 15,4%, у девочек г. Бишкек – 5,3%, р. Ат-Баши – 17,6%;

– симпатикотонический тип регуляции ССС (состояние напряжения или перенапряжения, или срывы механизмов адаптации) у мальчиков г. Бишкек нет, в р. Ат-Баши – 15,4%, у девочек г. Бишкек – 10,5%, р. Ат-Баши – 17,6%.

По показателю амплитуды моды АМо

Симпатический тип регуляции сердечно-сосудистой системы у подростков, проживающих в условиях высокогорья, также превалировал над этим показателем у подростков – жителей низкогорного района.

Половая принадлежность практически не влияет на показатель.

Высокогорье: юноши 16% против 0% в низкогорье.

Высокогорье: девушки 17% против 10% в низкогорье.

По показателю вариационного размаха (ARR)

Симпатический тип регуляции сердечно-сосудистой системы у подростков, проживающих в условиях высокогорья, также превалировал и составил 53,3% против 37%.

У юношей в условиях высокогорья 54%, а низкогорья 12%.

У девушек в условиях высокогорья 52%, а низкогорья 47%.

Показатель индекса напряженности ИН

Индекс напряженности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки, показывающий степень вовлеченности организма в стресс, у исследуемых групп подростков составил:

состояние компенсированного дистресса у подростков высокогорья 30%, а низкогорья – 14,8%;

состояние некомпенсированного (критического) дистресса у подростков высокогорья 6,7%, а низкогорья 3,7%;

у юношей состояние компенсированного и некомпенсированного дистресса наблюдалось только в условиях высокогорья (30,8 и 7,7%);

у девушек компенсированный дистресс не имел отклонений и составил 26% в обеих группах, а некомпенсированный дистресс в условиях высокогорья превышал показатель в низкогорном районе в 2 раза (10% против 5%).

Функциональные методы исследования вегетативного статуса и адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у исследуемой группы подростков

Для определения вегетативного статуса проводился математический подсчет индекса Кердо (определялась частота сердечных сокращений в 1 минуту (ЧСС) и величина диастолического артериального давления в мм рт. ст.).

Равновесие влияний парасимпатической и симпатической нервной системы отмечалось у мальчиков 12,5%, у девочек 15,8%, преобладание парасимпатических влияний у мальчиков – 25,0%, у дев. – 10,5, преобладание симпатических влияний у мальчиков – 62,5%, у девочек – 73,7% в условиях низкогорья.

Равновесие влияний парасимпатической и симпатической нервной системы отмечалось у мальчиков – 15,4%, у девочек – 5,9%, преобладание парасимпатических влияний у мальчиков – 53,8%, у девочек – 35,5%, преобладание симпатических влияний у мальчиков – 30,8%, у девочек – 58,8% в условиях высокогорья.

Определение коэффициента выносливости (КВ) характеризует функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Коэффициент выносливости рассчитывается по формуле:

$$KB = (ЧСС \times 10) / Pd;$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, Pd – пульсовое давление.

Состояние хорошей тренированности отмечалось только у 5,3% девочек, состояние детренированности – у 100% мальчиков и 94,7% девочек в условиях низкогогорья.

В условиях высокогорья состояние хорошей тренированности отмечалось у 15,4% мальчиков и только у 11,8% девочек. Состояние детренированности сердечно-сосудистой системы у мальчиков составляет 84,6%, у девочек – 88,2%.

Коэффициент выносливости (KB)

По анализу коэффициента выносливости (KB), характеризующего функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и состояние тренированности, нормальные показатели были выше у подростков высокогорья и составили 13,3%, в низкогогорье – 3,7%.

Показатель детренированности сердечно-сосудистой системы у подростков высокогорья был также ниже и составил 86,7% против 96,3% у жителей низкогогорья.

Определение ТСК дает возможность оценить уровень напряжения в регуляции ССС. Изменение саморегуляции кровообращения со стороны превалирования сосудистого компонента свидетельствует о ее экономичности и наличии функциональных резервов ССС для продолжительной долговременной адаптации. Сердечно-сосудистый ТСК обладает наиболее сбалансированной саморегуляцией системы кровообращения.

При оценке саморегуляции у подростков г. Бишкека:

- нормальные значения у мальчиков 50,0%, у девочек 47,4%;
- сердечный тип у мальчиков 37,5%, у девочек 47,4%;
- сосудистый тип у мальчиков 12,5%, у девочек 5,3%.

При оценке саморегуляции у подростков р. Ат-Баши было выявлено:

- нормальные значения у мальчиков 30,8%, у девочек 47,1%;
- сердечный тип у мальчиков 15,4%, у девочек 35,3%;
- сосудистый тип у мальчиков 53,8%, у девочек 17,6%.

Индекс адаптационного потенциала ССС позволяет дать интегральную информацию о состоянии организма в целом и быть своеобразным индикатором для оценки функционального состояния регуляторных систем. При оценке индекса адаптации удовлетворительная адаптационная возможность

в условиях высокогорья у мальчиков – 100%, у девочек – 78,9%, компенсаторный дистресс у мальчиков – 0% у девочек – 21,1%. В условиях низкогогорья удовлетворительная адаптационная возможность у мальчиков 76,9%, у девочек – 82,4%, компенсаторный дистресс у мальчиков – 23,1% у девочек – 17,6%.

По анализу адаптационного потенциала ССС, позволяющего оценить функциональное состояние регуляторных систем организма, в целом установлено, что:

- удовлетворительный уровень составил у подростков высокогорья 80%, у подростков низкогогорья – 85,2%;
- компенсированный дистресс составил у подростков высокогорья 20%, у подростков низкогогорья – 14,8%;
- некомпенсированный дистресс у подростков высокогорья и низкогогорья вовсе не наблюдался.

Выводы

1. У подростков в условиях высокогорья в 2 раза превалировал симпатический тип воздействия вегетативной нервной системы – индикатор состояния напряжения регуляторных систем организма, маркер многих патологических состояний.

2. У подростков в условиях высокогорья индекс адаптационного потенциала ССС, позволяющий оценить функциональное состояние регуляторных систем организма и степень вовлеченности в стресс, на 5% ниже показателей в условиях низкогогорья.

3. Коэффициент выносливости (KB) – состояние тренированности ССС к нагрузкам – оказался на низком уровне у всех подростков, но при этом в условиях высокогорья этот показатель был на 15% лучше.

Список литературы

1. Артамонова С.Ю., Аммосова А.М., Захарова Н.М., Маркова С.В., Степанова Л.А., Ханды М.В. Состояние вегетативной нервной системы у подростков города Якутска // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки». 2018. № 4 (13). С. 34.
2. Багнетова Е.А., Кавеева И.А., Сафонова В.Р. Анализ социально-психологической адаптированности и вегетативной устойчивости учащихся среднего Приобья и Зауралья // Фундаментальные исследования. 2014. № 1. С. 51–54.
3. Полкова К.А., Прокопенко Л.А. Оценка социальной адаптированности и вегетативной устойчивости студентов технического института // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2018. № 5. С. 384.
4. Сасаза К.Р., Чернышева Е.А., Бабаджанов Н.Н., Бейшенова С.И. Вегетативная устойчивость учеников старших классов города Бишкек из полных и неполных семей // Сборник тезисов VII Всероссийской конференции молодых ученых Volgamedscience. 2021. С. 535–537.
5. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Гаврюшова Л.П., Творогова Т.М., Мумладзе Э.Б., Скоробогатова Е.В. Вегетативная дистония у детей: руководство для врачей. М.: Медпрактика-М, 2006. 68 с.

УДК 615.45

ДОСТУПНОСТЬ АНЕСТЕЗИИ В СТОМАТОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

Шамитова Е.Н., Сысueva А.А., Гостенкова Л.И.

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары,
e-mail: shamitva@mail.ru

В статье проведена оценка изменений на рынке стоматологических товаров и доступности импортных лекарственных препаратов для анестезии. Рассмотрен вопрос изменения уровня цен. В результате изучения биохимического состава определена достаточная эффективность применения российской анестезии. Практически все виды стоматологических услуг включают в себя использование анестезии. Проведен анализ используемых лекарственных препаратов: Ультракаин DS forte №100, Мепивастезин, Скандинибса, Артикаин Инибса, Мепивакаин-Бинергия, Артикаин с адреналином, Убистезин, Дисилан спрей, Дисилан паста-гель, Лидоксор гель, Паста TOPICAL, TOPICAL гель СНОУ, Диплен-Дента ЛХ, Геликаин. Основными действующими веществами в инъекционной анестезии являются: артикаина гидрохлорид, эpineфрина гидротартрат, мепивакаина гидрохлорид. Основными действующими веществами в аппликационной анестезии являются: бензокаин, полиэтиленгликоль, лидокаин. Производители страны Германия, США, Россия, Испания, Швейцария. Все препараты доступны для заказа. Аппликационная анестезия полностью исключает использование игл и шприцев, наносится на выбранное место, проникает в мягкие ткани и блокирует нервные окончания. Проводниковая анестезия является наиболее эффективным методом. С помощью этого метода, используя только одну дозу инъекции, можно добиться обезболивания не только одного зуба, но и значительно большей площади.

Ключевые слова: санкции, артикаина гидрохлорид, эpineфрина гидротартрат, натрия хлорид, бензокаин, полиэтиленгликоль, биохимический состав

AVAILABILITY OF ANESTHESIA IN DENTISTRY UNDER SANCTIONS

Shamitova E.N., Sysueva A.A., Gostenkova L.I.

Chuvash State University Named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, e-mail: shamitva@mail.ru

The article assesses changes in the market of dental products and the availability of imported drugs for anesthesia. The question of changing the price level is considered. As a result of studying the biochemical composition, the sufficient effectiveness of the use of Russian anesthesia was determined. Almost all types of dental services involve the use of anesthesia. The following drugs were analyzed: Ultracaine DS forte №100, Mepivastezin, Scandinibsa, Articaine Inibsa, Mepivacaine-Bynergia, Articaine with adrenaline, Ubistezin, Disilan spray, Disilan paste-gel, Lidoxor gel, TOPICAL paste, TOPICAL gel SNOW, Diplen-Denta LH, Helikain. The main active ingredients in injection anesthesia are: articaine hydrochloride, epinephrine hydrotartrate, mepivacaine hydrochloride. The main active ingredients in application anesthesia are: benzocaine, polyethylene glycol, lidocaine. Producers of the country Germany, USA, Russia, Spain, Switzerland. All drugs are available for order. Application anesthesia completely eliminates the use of a needle and syringe, is applied to the selected area, penetrates into the soft tissues by 2-3 millimeters and blocks the nerve endings. Conduction anesthesia is the most effective method. With this method, using only one dose of injection, it is possible to achieve "freezing" not only one tooth, but a much larger area.

Keywords: articaine hydrochloride, epinephrine hydrotartrate, sodium chloride, benzocaine, polyethylene glycol, biochemical composition

Местная анестезия представляет собой самый значительный вид обезболивания в стоматологии. При местном введении анестезии блокируется болевая чувствительность в месте введения анестетика (инфильтрационная анестезия), и в областях, иннервируемых этим нервом или его частями (проводниковая или регионарная анестезия). Согласно размышлениям Н.Е. Введенского местные анестетики влияют на функциональное состояние чувствительных нервных окончаний и проводников, изменяя их возбудимость и проводимость. Нейроны разнятся по своей восприимчивости к местной анестезии. Местные анестетики уменьшают или пол-

ностью ликвидируют болевые сигналы от места раздражения центральной нервной системы, воздействуя на чувствительные нервные окончания или волокна. После выполнения стоматологического вмешательства и окончания сроков действия местной анестезии, которые составляют приблизительно 30-180 минут, у пациентов в зоне стоматологического вмешательства, сопровождающегося травматизацией тканей зубочелюстной сферы или полости рта, развиваются значительные болевые ощущения в течение последующих 3-20 часов [1].

Немиелинизированные и тонкие миелинизированные нервные волокна наи-

более чувствительны к местным анестетикам. В результате временно подавляется чувствительность к боли и температуре, и в последнюю очередь – давление. Традиционно потребность в различных видах и методах анестезии можно рассчитать по результатам исследования А.А. Газимагомедова (1983). Он обнаружил, что в среднем 74% пациентов нуждались в местной анестезии для амбулаторных процедур, и только 1% получали общую анестезию, в то время как остальные получали местную анестезию в сочетании с премедикацией или добавлением НЛА (нейролепто-аналгезия). В основе действия местных анестетиков лежит оболочка нервных клеток, отвечающая за генерацию и передачу нервных импульсов [2]. Современная анестезия обеспечивает комфортное лечение – без боли и дискомфорта во сне или в сознании. Анестетики, используемые для снятия боли, не только результативны, но и безвредны. Их можно применять пациентам группы риска: при наличии сахарного диабета, бронхиальной астмы или с высоким риском развития аллергической реакции, при заболеваниях сердечнососудистой системы, при беременности или в период лактации. Недостаточное количество анестезии на рынке может привести к большим затруднениям в работе стоматологий [3].

Аппликационную анестезию впервые использовал ученый В.К. Анреп, который в 1879 г продемонстрировал обезболивающее действие кокаина на слизистую оболочку полости рта. В настоящее время часто используют не один, а несколько анестетиков одновременно, так как это позволяет добиться более глубокого и продолжительно-го обезболивания [4].

Степень важности наличия и доступности анестезии в стоматологии высока. В современных условиях возможны сложности в связи с введенными санкциями. Поэтому важно рассмотреть данную тему для исключения возникновения таких ситуаций. Возможным решением данной задачи является импортозамещение, так как отечественная анестезия была изучена и показала свою эффективность.

Цель исследования: по государственному реестру лекарственных средств изучить состав лекарственных препаратов и их доступность на российском рынке в условиях санкций.

Материалы и методы исследования

Проведен методический обзор литературы в Кокрейновской библиотеке: стоматологические анестетики, местная анесте-

зия и др., где ключевые слова для поиска были – артикаин +эпинефрин, лидокаин, амидная группа. Поиск охватывал исследования зарубежных и отечественных авторов за 2004-2022 годы.

Попадание анестетика в сосуды, например при травме сосуда при инфильтрационной или проводниковой анестезии, будет содействовать быстрому увеличению концентрации препарата в плазме. Выявлена зависимость Т.У. Батыровым (1982) между повышением концентрации анестетиков в крови и степенью их токсического действия на ЦНС. Местные анестетики занимают четвертое место по способности вызывать аллергические реакции на лекарства после антибиотиков, производных пирозолина и анальгина. Сосудосуживающие препараты принадлежат к группе симпатомиметических аминов. В нашей стране в качестве сосудосуживающего средства используют адреналин или норадреналин, который добавляют к местным анестетикам. В зарубежных странах продвигаются синтетические аналоги гормона задней доли гипофиза вазопрессина фелипрессин. Использование вазоконстрикторов с сосудорасширяющими растворами анестетиков имеет много преимуществ. Вазоконстриктор снижает токсическое действие местных анестетиков за счет абсорбции. Замедляя резорбцию анестетиков, сосудосуживающие средства продлевают их действие. Пролонгированное действие сосудосуживающих средств позволяет использовать меньше анестетиков. Вазоконстриктор увеличивает результативность местных анестетиков. Поэтому применение вазоконстрикторов не только увеличивает продолжительность анестезии, но и позволяет добиться еще одного важного эффекта – снижения скорости поступления местных анестетиков в кровоток и снижения вероятности системной токсичности для анестезии [5].

Для местной анестезии разработаны и применяются препараты, которые должны соответствовать требованиям, предъявляемым к анестетикам (наркозам). А именно: малотоксичны; максимальная терапевтическая ширина; хорошо растворим в солевом растворе; легко проникают в ткани, не вызывая раздражающих или деструктивных изменений; минимальные побочные эффекты; не иметь общих проявлений после применения; обезболивание должно быть обратимым [6].

В приведенных ниже таблицах 1 и 2 указаны производители, анестетики и их биохимический состав.

Таблица 1

Анализ инъекционной анестезии

Действующее вещество	Импортный препарат / производитель и состав	Российский препарат / производитель и состав
Артикана гидрохлорид 40,00 мг	Убистезин (США) артикаина гидрохлорид 40,00 мг, гидрохлорид 0,006 мг (эквивалентно 0,005 мг эpineфрина)	Артикаин с адреналином (Россия) артикаина гидрохлорид – 40 мг эpineфрина гидротартрат – 0,009 мг (в пересчете на эpineфрин – 0,005 мг)
	Артикаин Инибса 1:200 000 (Испания) артикаина гидрохлорид – 40 мг и эpineфрина гидротартрат – 0,009 мг	
	Ультракаин DS forte №100 (1:100 000) (Германия) артикаина гидрохлорид – 40 мг и эpineфрина гидрохлорид – 0,012 мг	
Мепивакаина гидрохлорид 30 мг	Скандинибса (Испания) мепивакаина гидрохлорид – 30 мг; натрия хлорид, метилпарагидроксибензоат, хлористоводородной кислоты раствор 2М, натрия гидроксида раствор 2М, вода для инъекций	Мепивакаин-Бинергия (Россия) мепивакаина гидрохлорид – 30мг; натрия хлорид, вода для инъекций.
	Мепивастезин (Германия) мепивакаина гидрохлорид – 30 мг; натрия хлорид, натрия гидроксида раствор 9%, вода для инъекций	

Таблица 2

Анализ аппликационной анестезии

Действующее вещество	Импортный препарат / производитель и состав	Российский препарат / производитель и состав
Бензокаин 20%	Паста TOPICAL (Швейцария) Бензокаин (20%), бензалкония хлорид (0,1%), пищевой ароматизатор, наполнитель (до 100%).	Дисилан спрей (Россия) бензокаин, полиэтиленгликоль, натуральный ароматизатор, сахара
	TOPICAL гель СНОУ (Швейцария) Бензокаин (20%), бензалкония хлорид (0,1%), пищевой ароматизатор, отсутствие специфического горького вкуса, как во время, так и после лечения	Дисилан паста-гель (Россия) бензокаин, полиэтиленгликоль, натуральный ароматизатор, сахара
Лидокаин 5%	Xylonor Gel (Франция) Кидокаин 5,00 г, Цетримид 0,15 г, Экспципиент 100,00 г, Лидокаин 5%.	Лидоксор гель (Россия) натрий карбоксиметилцеллюлоза; экстракт ромашки; экстракт тысячелистника; ксилитол; Лидокаин; ароматизатор; наполнитель
	Геликаин (Германия) Лидокаин 20мг; метилпарагидроксибензоат, пропилпарагидроксибензоат, гипромеллоза, глицерол 85%, вода для инъекций.	Диплен-Дента ЛХ – пленка стоматологическая самоклеющаяся (Россия) Двухслойная пленка, состоящая из совме- щенных гидрофильного и гидрофобного слоев с содержанием хлоргексидина биглю- коната и лидокаина гидрохлорида не менее 0,01мг/см ² и 0,03мг/см ² соответственно

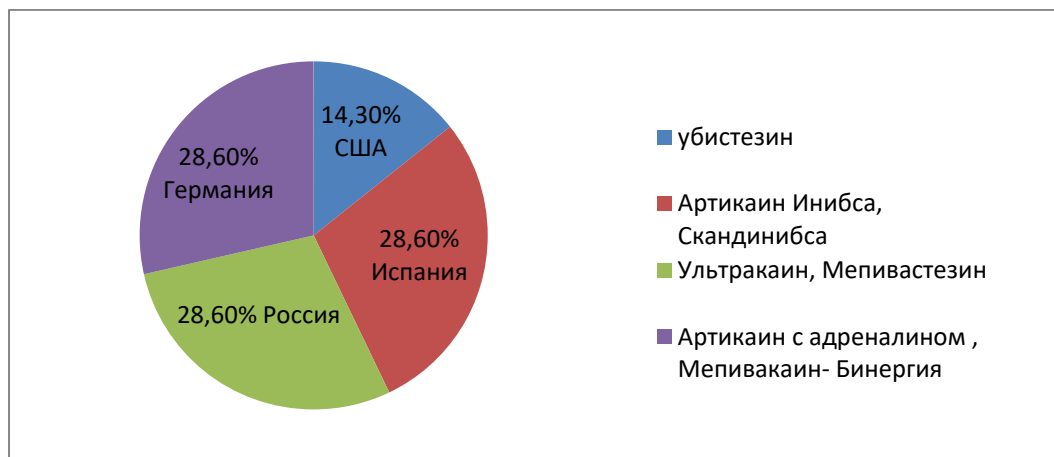


Рис. 1. Анализ инъекционной анестезии [8]

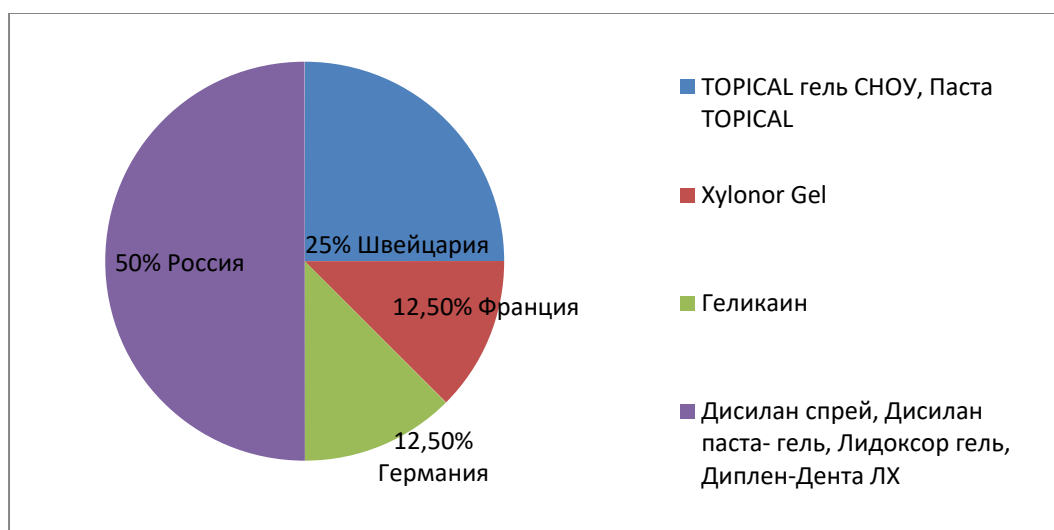


Рис. 2. Анализ аппликационной анестезии [8]

Результаты исследования и их обсуждения

В настоящее время наиболее актуальными анестетиками в стоматологии являются препараты на основе артикаина гидрохлорида. К этой группе относятся «Ультракаин», «Убистезин», «Мепивастезин» и другие. Анестетики артикаиновой группы превосходят по эффективности Лидокаин – в 1,5-2 раза, а Новокаин – в 5-6 раз [7].

Отечественный фармацевтический рынок предлагает множество местных анестетиков для стоматологических инъекций. При экстравазальном введении препарата многие химические и биологические факторы могут существенно влиять на его биодоступность [9].

Препараты для местного обезболивания постоянно совершенствуются с целью достижения максимально безопасной и эффективной формулы вещества [10]. Именно поэтому в последние десятилетия были разработаны альтернативные системы и методы введения анестетиков для уменьшения боли и облегчения дискомфорта. Новая методика позволяет снизить вредное воздействие инфильтрации анестетика без риска повреждения нервов и сосудов [11].

Продолжительность артикаиновой анестезии будет зависеть от концентрации вазоконстрикторов в анестетике [12]. Но ввиду последних политических событий многие фирмы стали отказывать в поставке своих товаров или же повысили цены в несколько раз. Исходя из этого, в нашей стране резко вырос-

ла потребность в импортозамещении. Проанализировали биохимический состав, цену отечественного и зарубежного производителя.

Заключение

В ходе исследования выяснили, что вся импортная анестезия доступна на рынках России. Исключение составила только аппликационная анестезия из Швейцарии. Определили, что биохимический состав анестезии импортной и российской практически идентичен. Несмотря на сложившуюся ситуацию в мире, трудностей с приобретением анестезии у стоматологических клиник не возникает.

Используя местную анестезию врачом-стоматологом, можно уменьшить возможность возникновения неотложных состояний при инъекции из-за высвобождения адреналина. Безболезненность процесса позволяет пациенту чувствовать себя спокойно и комфортно, это помогает врачу качественно и быстро провести лечение. Врач может не прибегать к помощи анестезии, если он уверен в безболезненности процесса (с согласия пациента), при отсутствии противопоказаний, и при отказе больного.

Список литературы

1. Попов П.А., Морозов А.Н., Сущенко А.В., Никогосян К.М., Сарычев А.С., Проскуряков А.Ю. Способ обезболивания в стоматологии // Патент на изобретение RU 2714440 C2, 14.02.2020 Заявка № 2016106521 от 25.02.2016. 2020. 5 с.
2. Мамытова А.Б., Бороничев А.Т. Обезболивание в стоматологии: учебное пособие. Бишкек: Издательство КРСУ, 2014. 104 с.
3. Захарова И.А., Бутвиловский А.В., Третьякович А.Г. Анестезия в клинике терапевтической стоматологии: учебно-методическое пособие. Минск: БГМУ, 2017. 12 с.
4. Вернадский Ю.И. Основы челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии. 3-е изд., переработано и дополнено. Витебск: Белмедкнига, 1998. 22 с.
5. Кононенко Ю.Г., Рожко Н.М., Рузин Г.Л. Местное обезболивание в амбулаторной стоматологии. 3-е издание переработано и дополнено. М.: Издательство «Книга плюс», 2004. 20 с.
6. Тимофеев А.А. Руководство по челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии. 2002. 98 с.
7. Рабинович С.А., Васильев Ю.Л. Местная анестезия. История и современность. М., 2016. 178 с.
8. Государственный реестр лекарственных средств. [Электронный ресурс]. URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/Default.aspx> (дата обращения: 24.05.2022).
9. Костина И.Н., Чередников С.М., Белоконова Н.А., Лелекова Р.П., Наронова Н.А. Физико-химические аспекты местной анестезии в стоматологии: сравнение in vitro растворов восьми местных анестетиков // Уральский медицинский журнал. 2020. №09 (192). С. 101-106.
10. Гуленко О.В., Скатова Е.А., Мокроносова М.А. «Криминальная» местная анестезия в стоматологии: осознанный риск или игра без правил? Стоматология. 2021. Т. 100(5). С. 77-81.
11. Ткаченко Т.Б., Фархуллин А.И., Фархуллина А.С. Альтернативные методы местного обезболивания в стоматологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. № 6. Публикация 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-6/1-4.pdf> (дата обращения: 24.05.2022).
12. Овсепян А.П. Анестезия без боли и страха // Cathedra-кафедра. Стоматологическое образование. 2017. № 59. С. 10-12.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 616.711.1-001-053.2-06:616.832

**ПОВРЕЖДЕНИЕ SCIWORA У ДЕТЕЙ.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА****Кокушин Д.Н., Хусайнов Н.О.***ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России,
Санкт-Петербург, Пушкин, e-mail: partgerm@yandex.ru*

Вопросы лечения спинальной травмы у пациентов детского возраста являются одной из актуальных проблем современной вертебрологии. На первом месте среди причин травматической патологии позвоночника у детей по данным литературы стоят дорожно-транспортные происшествия и падение с высоты. Возрастные морфофункциональные особенности растущего позвоночника обуславливают особенности и характер его повреждений. В то же время в литературе описаны повреждения шейного отдела позвоночника у детей без отклонений по данным лучевых исследований (спондилографии и компьютерной томографии), представленные как синдром SCIWORA. Механизмы повреждения при этом синдроме включают сгибание, гиперэкстензию, продольную distraction и ишемию. В связи с вышеизложенным целью нашего обзора явилось описание современного состояния вопросов особенностей в диагностике и лечении детей с SCIWORA. На основании проведенного анализа литературы, посвященной вопросам диагностики и лечения детей с SCIWORA, наиболее частыми причинами данного вида повреждений у детей являются спортивная травма, дорожно-транспортные происшествия, травмы, полученные при падении. Повреждение SCIWORA у детей младше 1 года является казуистическим. Наиболее выраженный неврологический дефицит отмечен у детей младше 8 лет. Отмечена высокая диагностическая ценность МРТ позвоночника для детей с SCIWORA, позволяющая классифицировать данный вид повреждений по тяжести и прогнозу. При диагностированном SCIWORA пациентам рекомендовано консервативное лечение с помощью иммобилизации жестким воротником и физиотерапии. Рекомендовано применение кортикостероидов. В связи с небольшой частотой встречаемости SCIWORA, тяжелым неврологическим дефицитом, отсутствием разработанных стандартов в диагностике и лечении детей данной категории, необходимо заключение эксперта для руководства наилучшей практикой ведения и обеспечения наилучших шансов на хороший исход для пострадавшего ребенка.

Ключевые слова: SCIWORA, дети, травма спинного мозга, диагностика, МРТ, лечение**SCIWORA DAMAGE IN CHILDREN.
THE CURRENT STATE OF THE ISSUE****Kokushin D.N., Khusainov N.O.***G.I. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery
of Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, e-mail: partgerm@yandex.ru*

The issues of spinal injury treatment in children's patients are one of the urgent problems of modern vertebrology. In the first place among the causes of traumatic pathology of the spine in children, according to the literature, there are traffic accidents and falling from a height. Age-related morphofunctional features of the growing spine determine the features and nature of its injuries. At the same time, the literature describes injuries of the cervical spine in children without abnormalities according to radiation studies (spondylography and computed tomography), presented as SCIWORA syndrome. The mechanisms of damage in this syndrome include flexion, hyperextension, longitudinal distraction and ischemia. In connection with the above, the purpose of our review was to describe the current state of issues of features in the diagnosis and treatment of children with SCIWORA. Based on the analysis of the literature devoted to the diagnosis and treatment of children with SCIWORA, the most common causes of this type of injury in children are sports injury, traffic accidents, injuries sustained in a fall. Damage to SCIWORA in children younger than 1 year is casuistic. The most pronounced neurological deficit was observed in children under 8 years of age. The high diagnostic value of MRI of the spine for children with SCIWORA was noted, which allows classifying this type of damage by severity and prognosis. When diagnosed with SCIWORA, patients are recommended conservative treatment with stiff collar immobilization and physiotherapy. The use of corticosteroids is recommended. Due to the low incidence of SCIWORA, severe neurological deficiency, and the lack of developed standards in the diagnosis and treatment of children in this category, an expert opinion is needed to guide the best management practices and ensure the best chances of a good outcome for the affected child.

Keywords: SCIWORA, children, spinal cord injury, diagnosis, MRI, treatment

Вопросы лечения спинальной травмы у пациентов детского возраста являются одной из актуальных проблем современной вертебрологии [1]. На первом месте среди причин травматической патологии позвоночника у детей по данным литературы стоят дорожно-транспортные происшествия и падение с высоты. Возрастные

морфофункциональные особенности растущего позвоночника обуславливают особенности и характер его повреждений. Установлено, что посттравматическое сужение позвоночного канала коррелирует с глубиной неврологического дефицита (как, например, переломовывихи в грудном отделе позвоночника, где диаметр позвоночного

канала изначально более узкий). Осложненные повреждения позвоночника требуют проведения своевременного и адекватного хирургического лечения, направленного на ликвидацию патологической нестабильности поврежденных позвонков, устранение спинального стеноза и устранение посттравматической деформации позвоночника [2, 3]. Однако использование только корсетов для внешней фиксации травмированного отдела позвоночника, в отличие от стабильных компрессионных переломов позвонков, неэффективно. Повреждение позвоночника и спинного мозга у детей, сопровождающееся наличием выраженного неврологического дефицита, помимо механической нестабильности поврежденного сегмента позвоночника, является актуальной и значимой проблемой как в медицинском, так и в социальном аспектах [4–6]. В то же время в литературе описаны повреждения шейного отдела позвоночника у детей без отклонений по данным лучевых исследований (спондилографии и компьютерной томографии), представленные как синдром SCIWORA. Впервые данный синдром был описан D. Pang с соавт. в 1982 г. Механизмы повреждения нервной системы при этом синдроме повреждения спинного мозга без рентгенографических аномалий включают сгибание, гиперэкстензию, продольную дистракцию и ишемию. Врожденная эластичность позвоночного столба у младенцев и детей раннего возраста (до 8 лет), помимо других возрастных анатомических особенностей, делает детский позвоночник чрезвычайно уязвимым к деформирующим силам. Неврологические поражения, встречающиеся при этом синдроме, включают высокую частоту полных и тяжелых частичных поражений спинного мозга [7].

В связи с вышеизложенным целью нашего обзора явилось описание современного состояния вопросов особенностей в диагностике и лечении детей с SCIWORA.

Z. Zou с соавт. провели ретроспективное исследование у 140 детей с синдромом SCIWORA, проходивших лечение в Пекинской детской больнице в период с июля 2007 г. по декабрь 2019 г. Средний возраст составил $5,65 \pm 2,60$ лет. Основные причины травм: занятия спортом – 41 %, падения – 27 %, дорожно-транспортные происшествия – 10 % и насилие – 8 %. Повреждение спинного мозга были выявлены у 96 % пациентов с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ). Основываясь на шкале нарушений Американской ассоциации травм позвоночника (AIS), многие пациенты имели полное нарушение (50 % AIS A, 45 % AIS B/C/D,

1 % AIS E). 59 % пациентов получали лечение метилпреднизолоном, дексаметазоном или обоими препаратами. Из 76 пациентов у 59 наблюдалось неврологическое улучшение перед выпиской. Авторы сделали вывод, что для правильного диагноза необходимо проводить МРТ и детальное неврологическое обследование. Отметили необходимость в разработке более эффективной стратегии лечения этих пациентов [8].

В другом ретроспективном исследовании у 32 детей авторы провели оценку неврологического статуса в динамике. 25/32 пациента были повторно обследованы через 6,9 года (1–14 лет) с использованием Индекса инвалидности Освестри, шкалы Френкеля, шкалы EQ-5D и шкалы Бреслау. Начальная неврологическая картина варьировала от А до D. Все пациенты восстановились в течение 1–13 дней до степени Е по шкале Френкеля. Анализ HR-QoL не выявил различий между когортой пациентов с SCIWORA и немецкой популяционной нормой. Авторы указывают на необходимость проведения МРТ всего позвоночника, чтобы гарантировать исключение структурных и потенциально серьезных причин неврологических нарушений [9].

M.L. Bansal с соавт. провели анализ эпидемиологических параметров и связанных с ними факторов после травмы спинного мозга у детей, за последние 14 лет поступивших в центр медицинской помощи Нью-Дели, Индия. С 2002 по 2015 г. поступило 1660 случаев детской травмы, из которых 204 случая были связаны с травмами позвоночника. Средний возраст детей, получивших травму позвоночника, составил 15,69 лет (3–18 лет). Авторы выявили преобладание травм шейного отдела позвоночника и высокую частоту многоуровневых смежных с меньшим процентом несмежных многоуровневых поражений позвоночника. Случаи SCIWORA по частоте встречаемости соответствовали данным имеющейся литературы [10].

Во Франции R. Compagnon с соавт. провели многоцентровое исследование переломов позвоночника, вывихов и повреждений спинного мозга без рентгенологических отклонений (SCIWORA) у детей в 15 центрах университетских больниц в течение одного года (2016). Выявлено 165 детей: 85 девочек, 80 мальчиков. Средний возраст 11 лет (10 месяцев – 17 лет). У 152 детей (92 %) был перелом, у 8 (5 %) вывих и у 5 (3 %) SCIWORA. По мнению авторов, эпидемиологическая картина повреждений позвоночника у детей такова: причинами реже являются дорожно-транспортные происшествия и чаще спортивная травма [11].

D. Brauge с соавт. провели мультицентровой ретроспективный анализ данного вида повреждения за период с января 1988 г. по июнь 2017 г. Причины составили 17 дорожно-транспортных происшествий, 11 спортивных аварий и 4 падения. Среднее время наблюдения составило 502 дня. Частота, по крайней мере, частичного неврологического восстановления составила 20/30. Факторы, связанные с восстановлением, включали возраст, тип несчастного случая и отсутствие первоначального поражения при МРТ. Прогноз при SCIWORA, по данным авторов, в основном был обусловлен возрастом и механизмом травмы [12].

Q.C. Liang с соавт. сообщили о трех случаях SCIWORA у детей, имевших «жесткую» терминальную нить и получивших данное повреждение при незначительной травме. Авторы сделали вывод, что пациенты с синдромом фиксированного спинного мозга, вероятно, имеют повышенный риск развития SCIWORA после незначительной травмы [13].

P.C. Copley с соавт., проведя анализ травмы шейного отдела позвоночника у детей, отмечают, что при лечении повреждений спинного мозга без рентгенологических отклонений необходимо заключение эксперта для руководства наилучшей практикой ведения и обеспечения наилучших шансов на хороший исход для пострадавшего ребенка [14].

В Испании проведено ретроспективное исследование у 68 пациентов в возрасте ≤ 17 лет с травматическим повреждением спинного мозга за период с марта 1988 г. по декабрь 2014 г. У 11 пациентов (16,2%) были травмы, классифицированные как SCIWORA, из них 8 (72,7%) в возрасте менее 10 лет. Средний возраст группы SCIWORA составил 7,5 лет против 15,7 лет в группе, не принимавшей SCIWORA ($P < 0,001$). Половина (50%) этих пациентов имели полное повреждение спинного мозга, и из них 64,6% страдали параличом нижних конечностей [15].

C.A. Farrell с соавт. на основе проведенного анализа публикаций, посвященных данной тематике, отметили, что с более широким использованием МРТ понимание SCIWORA улучшилось, появилась возможность прогностической стратификации пациентов на основе результатов МРТ. При диагностированном SCIWORA пациентам рекомендовано консервативное лечение с помощью иммобилизации жестким воротником и физиотерапии [16].

J. Кнох в 2016 г. на основании анализа данных, собранных за 2012 г. в базе данных KID Проекта использования здравоохране-

ния (HCUP-KID), отметил 297 пациентов с SCOWORA. Все данные были собраны и стратифицированы в зависимости от возраста пациентов на три группы: группа 1, возраст 0–3 года; группа 2, возраст 4–10 лет; группа 3, возраст 11–17 лет. Наиболее распространенной расой среди обследованных пациентов были белые (50%), за которыми следовали латиноамериканцы (14%), чернокожие (12%), жители Азиатско-Тихоокеанских островов (4%) и коренные американцы (1%). В целом наиболее частой причиной травм были спортивные травмы (122/297 (41%)), за которыми следовали столкновения с транспортными средствами (26%). Механизмы травм значительно различались в зависимости от возрастной группы, при этом столкновения с транспортными средствами были наиболее частой причиной в двух самых молодых возрастных группах, а спортивные травмы были наиболее распространенными в самой старшей возрастной группе ($p < 0,05$). Среднее пребывание в больнице для всех пациентов составило 13 дней, причем более длительное пребывание наблюдалось в более молодых возрастных группах ($p < 0,05$). Госпитальная смертность среди этих пациентов была редкостью и наблюдалась только у 6/297 (2%) пациентов. Автор сделал вывод, что SCIWORA у детей является редкой, но потенциально разрушительной травмой и неоднородна у детей разного возраста [17].

M. Ribeiro da Silva с соавт. провели обсервационное исследование 75 детей с травмой шейного отдела позвоночника, полученных в травматологическом центре 1-го уровня в течение 19 лет. Пациенты были стратифицированы по возрасту на группы А (8 или менее) и В (от 9 до 16). В девяти случаях отмечено повреждение SCIWORA. Основной причиной травм были дорожно-транспортные происшествия. Дети младшего возраста в основном получали травмы в краниальных сегментах шейного отдела позвоночника и имели более высокий риск смерти, чем дети старшего возраста [18].

K.R. Bansal с соавт. сообщили о случае повреждения спинного мозга без рентгенологических отклонений у 8-месячной девочки, которая была доставлена в отделение неотложной помощи после падения с кровати четыре дня назад. МРТ шейного отдела позвоночника со скринингом всего позвоночника указывало на негеморрагический отек спинного мозга на уровне C4 с подозрением на разрыв передней продольной связки на этом уровне. Ребенок был иммобилизован в детском шейном воротнике,

и было начато лечение кортикостероидами, доза которых была скорректирована в соответствии с возрастом пациента. Детский физиотерапевт начал проводить физиотерапию через четыре дня после начала лечения. Авторы отметили полезность применения кортикостероидов [19].

T. Carroll с соавт. на основании проведенного ими систематического обзора результатов обследования и лечения у 433 детей с SCIWORA установили, что наиболее распространенным видом были травмы, связанные со спортом (39,83%), за которыми следовали травмы при падении (24,18%) и травмы, связанные с автомобилем (23,18%). Среднее улучшение, зарегистрированное у всех пациентов, составило 0,89 балла по шкале AIS. Тип А показал худшие результаты в педиатрической популяции по сравнению со взрослым населением [20].

C.K. Boese с соавт. отмечает, что при SCIWORA у детей (114 пациентов) использование MPT может выявить интрамедуллярные или экстрамедуллярные изменения или показать отсутствие нарушений нейровизуализации. Картина MPT и клиническое течение взаимосвязаны. При поступлении неврологический дефицит, оцененный по шкале ASIA, составил А у 28%, В у 17%, С у 31% и D у 25%. При окончательном наблюдении они составляли 19, 6, 10 и 16% соответственно. В 43% случаев не было обнаружено аномалий MPT (тип I), а у 57% были обнаружены аномальные результаты сканирования (тип II): у 6% были выявлены экстриневральные (тип IIa), у 38% интраневральные (тип IIb) и у 13% комбинированные аномалии (тип IIc). При поступлении и последующем наблюдении шкала ASIA значительно различалась между типами изображений. Авторы подчеркивают прогностическую ценность MPT позвоночника для детей с SCIWORA и важную роль системы классификации MPT в улучшении сопоставимости и интерпретируемости [21].

Заключение

На основании проведенного анализа литературы, посвященной вопросам диагностики и лечения детей с SCIWORA, наиболее частыми причинами данного вида повреждений у детей являются спортивные травмы, дорожно-транспортные происшествия, травмы, полученные при падении. Повреждение SCIWORA у детей младше 1 года является казуистичным. Наиболее выраженный неврологический дефицит отмечен у детей младше 8 лет. Отмечена высокая диагностическая ценность MPT позвоночника для детей с SCIWORA, позволяющая

классифицировать данный вид повреждений по тяжести и прогнозу. При диагностированном SCIWORA пациентам рекомендовано консервативное лечение с помощью иммобилизации жестким воротником и физиотерапии. Рекомендовано применение кортикостероидов. В связи с небольшой частотой встречаемости SCIWORA, тяжелым неврологическим дефицитом, отсутствием разработанных стандартов в диагностике и лечении детей данной категории, необходимо заключение эксперта для руководства наилучшей практикой ведения и обеспечения наилучших шансов на хороший исход для пострадавшего ребенка.

Список литературы

1. Виссарионов С.В., Дроздецкий А.П., Кокушин Д.Н., Беляничков С.М. Оперативное лечение пациентки с переломовывихом в грудном отделе позвоночника // Хирургия позвоночника. 2011. № 3. С. 21–25.
2. Виссарионов С.В., Беляничков С.М., Солохина И.Ю., Икоева Г.А., Кокушин Д.Н. Неврологические нарушения у детей с осложненными повреждениями позвоночника в грудном и поясничном отделах до и после хирургического лечения // Хирургия позвоночника. 2014. № 3. С. 8–21.
3. Баиндурашвили А.Г., Солохина И.Ю., Кокушин Д.Н., Беляничков С.М. Анализ влияния различных факторов на динамику неврологических нарушений у детей с позвоночно-спинномозговой травмой // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2015. Т. 3. № 4. С. 12–21.
4. Баиндурашвили А.Г., Виссарионов С.В., Павлов И.В., Кокушин Д.Н., Леин Г.А. Консервативное лечение детей с компрессионными переломами позвонков грудной и поясничной локализации в Российской Федерации (обзор литературы) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016. Т. 4. № 1. С. 48–56.
5. Зайцева М.В., Соколова В.В. Результаты субъективной оценки родителями деятельности детской неврологической службы в условиях муниципального здравоохранения // Медицина и организация здравоохранения. 2019. Т. 4. № 2. С. 30–36.
6. Соколова В.В., Зайцева М.В. Оценка заболеваемости болезнями нервной системы детского населения Ростовской области // Медицина: теория и практика. 2019. Т. 4. № 2. С. 12–18.
7. Pang D., Wilberger J.E. Jr. Spinal cord injury without radiographic abnormalities in children. J Neurosurg. 1982. No. 57 (1). P. 114–129. DOI: 10.3171/jns.1982.57.1.0114.
8. Zou Z., Teng A., Huang L., Luo X., Wu X., Zhang H., Chen K. Pediatric Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality: The Beijing Experience. Spine (Phila Pa 1976). 2021. No. 46 (20). E1083–E1088. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004030.
9. Freigang V., Butz K., Seebauer C.T., Karnosky J., Lang S., Alt V., Baumann F. Management and Mid-Term Outcome After “Real SCIWORA” in Children and Adolescents. Global Spine J. 2021 Jan 7;2192568220979131. DOI: 10.1177/2192568220979131.
10. Bansal M.L., Sharawat R., Mahajan R., Dawar H., Mohapatra B., Das K., Chhabra H.S. Spinal Injury in Indian Children: Review of 204 Cases. Global Spine J. 2020. No. 10 (8). P. 1034–1039. DOI: 10.1177/2192568219887155.
11. Compagnon R., Ferrero E., Leroux J., Lefevre Y., Journeau P., Vialle R., Glorion C., Violas P., Chalopin A., Odent T., Haddad E., Nallet J., Garin C., Choufani E., Langlais T., Sales de Gauzy J. French Society of Spinal Surgery (SFCR), French Society of Pediatric Orthopedics (SOFOP). Epidemiology of spinal

- fractures in children: Cross-sectional study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020. No. 106 (7). P. 1245–1249. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.06.015.
12. Brauge D., Plas B., Vinchon M., Charni S., Di Rocco F., Sacko O., Mrozek S., Sales de Gauzy J. Multicenter study of 37 pediatric patients with SCIWORA or other spinal cord injury without associated bone lesion. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020. No. 106 (1). P. 167–171. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.10.006.
13. Liang Q.C., Yang B., Song Y.H., Gao P.P., Xia Z.Y., Bao N. Real spinal cord injury without radiologic abnormality in pediatric patient with tight filum terminale following minor trauma: a case report. *BMC Pediatr.* 2019. No. 19 (1). P. 513. DOI: 10.1186/s12887-019-1894-8.
14. Copley P.C., Tilliridou V., Kirby A., Jones J., Kandasamy J. Management of cervical spine trauma in children. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019. No. 45 (5). P. 777–789. DOI: 10.1007/s00068-018-0992-x.
15. Canosa-Hermida E., Mora-Boga R., Cabrera-Sarmiento J.J., Ferreiro-Velasco M.E., Salvador-de la Barrera S., Rodríguez-Sotillo A., Montoto-Marqués A. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in childhood and adolescence in Galicia, Spain: report of the last 26-years. *J Spinal Cord Med.* 2019. No. 42 (4). P. 423–429. DOI: 10.1080/10790268.2017.1389836.
16. Farrell C.A., Hannon M., Lee L.K. Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormality in the era of advanced imaging. *Curr Opin Pediatr.* 2017. No. 29 (3). P. 286–290. DOI: 10.1097/MOP.0000000000000481.
17. Knox J. Epidemiology of spinal cord injury without radiographic abnormality in children: a nationwide perspective. *J Child Orthop.* 2016. No. 10 (3). P. 255–60. DOI: 10.1007/s11832-016-0740-x.
18. Ribeiro da Silva M., Linhares D., Cacho Rodrigues P., Monteiro E.L., Santos Carvalho M., Negrão P., Pinto R.P., Neves N. Paediatric cervical spine injuries. Nineteen years' experience of a single centre. *Int Orthop.* 2016. No. 40 (6). P. 1111–6. DOI: 10.1007/s00264-016-3158-7.
19. Bansal K.R., Chandanwale A.S. Spinal Cord Injury without Radiological Abnormality in an 8 Months Old Female Child: A Case Report. *J Orthop Case Rep.* 2016. No. 6 (1). P. 8–10. DOI: 10.13107/jocr.2250-0685.363.
20. Carroll T., Smith C.D., Liu X., Bonaventura B., Mann N., Liu J., Ebraheim N.A. Spinal cord injuries without radiologic abnormality in children: a systematic review. *Spinal Cord.* 2015. No. 53 (12). P. 842–848. DOI: 10.1038/sc.2015.110.
21. Boese C.K., Oppermann J., Siewe J., Eysel P., Scheyerer M.J., Lechler P. Spinal cord injury without radiologic abnormality in children: a systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015. No. 78 (4). P. 874–882. DOI: 10.1097/TA.0000000000000579.

СТАТЬЯ

УДК 678

РАЗРАБОТКА ЭПОКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Павлычева Е.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина»,
Москва, e-mail: pavlychevaliza@mail.ru

Данная работа содержит результаты экспериментов по разработке состава смеси для получения эпоксидного покрытия теплоизоляционного значения. Для холодного отверждения эпоксидной смолы в состав вводится полиэтиленполиамин, для модификации полимерного связующего использован триглицидилфосфат, а для наполнения полимерного связующего применены полые углеродные микросферы. В работе определены количества триглицидилфосфата и углеродных микросфер для максимального снижения плотности и коэффициента теплопроводности покрытия без негативного влияния на вязкость полимерного состава и другие свойства покрытия. Кроме того, отмечено, что добавка триглицидилфосфата позволяет повысить адгезионную прочность покрытия к теплоизолируемым поверхностям, увеличить пластическую деформацию и коррозионную стойкость покрытия. Проведено сравнение со схожим полимерным составом, в котором наполнение эпоксидного связующего проведено стеклянными микросферами. Выявлено, что разработанный состав позволяет получать покрытия с более низкими показателями плотности и коэффициента теплопроводности. Предлагаемый состав полимерной смеси может применяться для получения теплоизоляционных покрытий на наружных поверхностях оборудования и агрегатов, а также трубопроводов для тепло-, газо- и водоснабжения для промышленного применения и в коммунальном хозяйстве при эксплуатации в условиях воздействия агрессивных сред и при перепадах температур.

Ключевые слова: защитное покрытие, эпоксидиановая смола, триглицидилфосфат, полые углеродные микросферы, полиэтиленполиамин, плотность, коэффициент теплопроводности

DEVELOPMENT OF EPOXY COATING WITH INCREASED THERMAL INSULATION CHARACTERISTICS

Pavlycheva E.A.

I.M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, e-mail: pavlychevaliza@mail.ru

This work contains the results of experiments on the development of the composition of the mixture to obtain an epoxy coating of thermal insulation value. For cold curing of epoxy resin, polyethylene polyamine is introduced into the composition, triglycidyl phosphate is used to modify the polymer binder, and hollow carbon microspheres are used to fill the polymer binder. In the work, the amounts of triglycidyl phosphate and carbon microspheres were determined to maximize the reduction of the density and thermal conductivity of the coating without negatively affecting the viscosity of the polymer composition and other properties of the coating. In addition, it was noted that the addition of triglycidyl phosphate increases the adhesive strength of the coating to heat-insulated surfaces, increases plastic deformation and corrosion resistance of the coating. A comparison was made with a similar polymer composition in which the filling of the epoxy binder was carried out with glass microspheres. It is revealed that the developed composition allows to obtain coatings with lower density and thermal conductivity. The proposed composition of the polymer mixture can be used to obtain thermal insulation coatings on the external surfaces of equipment and aggregates, as well as pipelines for heat, gas and water supply for industrial applications and in the communal economy when operating under the influence of aggressive environments and temperature changes.

Keywords: protective coating, epoxy resin, triglycidyl phosphate, hollow carbon microspheres, polyethylene-polyamine, density, thermal conductivity coefficient

Возможность и эффективность использования материалов в тех или иных областях применения определяется их преимуществами и недостатками. Для усиления преимуществ и минимизации недостатков применяют модификацию материалов при помощи различных добавок и технологических режимов производства, а также путем комбинирования разных материалов в композиционные материалы или конструкции. Одним из способов повышения эксплуатационных характеристик материалов, получаемых из них изделий и конструкций является создание на их поверхности покрытий, выполняющих одну или несколько функций, среди которых защита от меха-

нических, химических и температурных воздействий, электроизоляция, теплоизоляция, гидроизоляция, придание эстетичного внешнего вида и т.д. [1–3]. При этом покрытие получают как путем нанесения на уже готовые изделия и конструкции, так и в процессе производства изделий.

Покрытия могут быть выполнены из разных материалов, среди которых наиболее распространены металлы и их сплавы, глазури, эмали и другие стекловидные материалы, полимеры и материалы на их основе [4–6]. Выбор материала покрытия и его толщина зависят от материала и формы покрываемой поверхности для обеспечения максимальной адгезии, условий эксплуа-

тации и тех функций, которые покрытие должно выполнять. Большое значение также имеют такие показатели, как долговечность, экологичность, пожаробезопасность, низкая плотность, легкость нанесения или создания и экономичность. Наиболее перспективными являются покрытия, отличающиеся универсальностью и высокими показателями эксплуатационных характеристик, что позволяет их применять для различных поверхностей во многих отраслях. При этом актуальными являются покрытия, которые могут совмещать сразу несколько функций, например защищать покрываемую поверхность от механических воздействий и одновременно являться гидроизоляционным слоем.

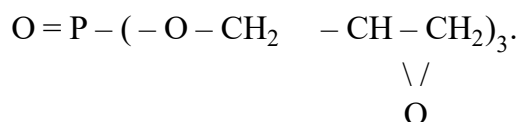
В то же время во многих отраслях промышленности сегодня активно применяются полимерные композиционные материалы, в которых наполнитель представляет собой полые микросферы различной природы, а связующими являются термореактивные полимеры и их сополимеры [7–9]. Подобные материалы наряду с низкими показателями плотности и теплопроводности в зависимости от применяемых связующих и материала микросфер способны обладать требуемыми для своего применения разнообразными физико-механическими и физико-химическими характеристиками с высокими значениями основных эксплуатационных показателей. Благодаря этому полимерные композиционные материалы, наполненные полыми микросферами, широко используются для получения энергоэффективных и изоляционных изделий и покрытий для радиотехники и электротехники, для авто-, авиа- и судостроения, глубоководной и аэрокосмической техники, машиностроения и приборостроения, при строительстве зданий и сооружений, в том числе при теплоизоляции трубопроводов для тепло-, газо- и водоснабжения [10–12].

Цель данной работы заключается в разработке композиции для получения эпоксидного покрытия, получаемого с помощью аддитивов, наполненного микросферами и обладающего пониженными показателями плотности и коэффициента теплопроводности.

Материалы и методы исследования

Полимерную матрицу для получения разрабатываемого покрытия получали с использованием эпоксидной смолы марки ЭД-20 высшего сорта по ГОСТ 10587-84. Выбранная смола содержит 20–22,5% эпоксидных групп и не более 1,7% гидроксильных групп, ее динамическая вязкость при 25 °С составляет 13–20 Па·с, а время желатинизации не менее 8 ч.

Для холодного отверждения эпоксидной смолы в состав полимерной композиции вводится аминный отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА) по ТУ 2413-357-00203447-99. В качестве низковязкого активного разбавителя эпоксидной смолы был использован триглицидилфосфат (ТГФ), представляющий собой эфир кислот фосфора со следующей структурной формулой [13]:



Для снижения плотности и повышения теплоизоляционных свойств получаемого покрытия были использованы полые углеродные микросферы (ПУМ) производства ОАО «Полимерсинтез» (г. Владимир) с размером частиц 20–150 мкм, полученные в результате пиролиза в аргонной среде полых фенолформальдегидных микросфер при температуре 1200 °С в течение 4 ч.

Полимерную композицию для получения образцов разрабатываемого покрытия готовили в две стадии: сначала в заданных соотношениях перемешивали эпоксидную смолу и полые углеродные микросферы, а после этого добавляли полиэтиленполиамин, триглицидилфосфат и снова перемешивали. Добавление отвердителя и разбавителя проводилось перед непосредственным нанесением получаемой композиции на стальную подложку. При этом было установлено, что при температуре 22±4 °С время жизнеспособности композиции составляло 40–60 мин, а время отверждения было равно 24 ч. При повышении температуры до 60 °С время отверждения сократилось до 2 ч.

Плотность образцов покрытия была определена по отношению их массы к объему. При этом масса покрытия определялась как разница масс подложки до нанесения и после нанесения покрытия, а объем определялся умножением площади покрытия на его толщину, определенную при помощи толщиномера Elcometer 456. Коэффициент теплопроводности был исследован по ГОСТ 23630-79 на приборе ИТ-λ-400.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате выполнения данной работы были исследованы свойства образцов покрытий, полученных на основе составов композиций, приведенных в табл. 1.

Диапазоны содержания разбавителя и наполнителя, добавляемых в состав композиции, были установлены путем предварительного подбора. Было выяснено,

что менее 10 мас. ч. разбавителя не оказывают влияния на свойства получаемых покрытий, а добавка свыше 25 мас. ч. является избыточной и негативно сказывается на вязкости композиции и свойствах получаемого покрытия. В то же время введение менее 25 мас. ч. полых углеродных микросфер не позволяет эффективно достичь целей данной работы, а содержание свыше 45 мас. ч. приводит к существенному увеличению вязкости композиции, что, в свою очередь, приводит к снижению гомогенности композиции, затрудняет ее нанесение, снижает адгезию и вызывает неоднородность свойств покрытия.

Таблица 1

Составы эпоксидных композиций

№ состава	Содержание компонента, мас. ч.			
	ЭД-20	ПЭПА	ТГФ	ПУМ
1	100	10	10	25
2	100	10	10	45
3	100	10	15	35
4	100	10	25	25
5	100	10	20	45

Показатели плотности и коэффициента теплопроводности образцов полученных эпоксидных покрытий представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эксплуатационные свойства образцов

№ образца	Физико-технические характеристики образцов покрытия	
	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	Плотность, кг/м ³
1	0,027	280
2	0,018	230
3	0,025	250
4	0,023	270
5	0,015	210

Как показывают данные таблицы, углеродные микросферы позволяют понизить плотность и коэффициент теплопроводности разрабатываемого покрытия за счет того, что микросферы являются полыми и являются изолированными порами в объеме материала. При этом стоит учитывать, что за счет достаточно высокой шероховатости поверхности данные микросферы отличаются высокими физическими силами сцепления с полимерным связующими, что придает покрытию прочность. Кроме того, на углублениях и поверхностях

микрорах данных микросфер могут располагаться различные функциональные группы, которые являются центрами межмолекулярного взаимодействия с функциональными группами полимерных макромолекул, дополнительно упрочняя структуру создаваемого эпоксидного покрытия. Следовательно, применение углеродных микросфер является предпочтительным перед микросферами с более гладкой поверхностью, такими как стеклянные. При этом низкий коэффициент теплопроводности полых углеродных микросфер позволяет получить высокую энергоэффективность покрытия.

Триглицидилфосфат является поверхностно активным веществом и в разрабатываемой композиции позволяет повысить адгезионную прочность покрытия к подложкам из различных материалов за счет градиента структуры, приводящей к концентрации микросфер и эпоксидной смолы в наружных слоях покрытия [14, 15]. В то же время использование триглицидилфосфата в качестве модификатора эпоксидного связующего также позволяет повысить пластическую деформацию и коррозионную стойкость разрабатываемого теплоизоляционного покрытия, так как способность эпоксидного покрытия к пластической деформации без использования активного разбавителя невысока, что приводит к появлению трещин в покрытии и его отслоений от рабочей поверхности после многократного охлаждения и нагревания в зимний и летний периоды его эксплуатации. При этом, как следует из табл. 2, повышение количества данного аддитива приводит к некоторому понижению плотности и коэффициента теплопроводности, что является следствием более низких величин данных свойств триглицидилфосфата по сравнению с эпоксидной смолой.

Для обоснования конкурентоспособности полученного в данной работе покрытия было проведено сравнение его свойств со свойствами эпоксидного теплоизоляционного покрытия на основе известной и близкой по составу смеси, содержащей в качестве связующего эпоксидную смолу, в качестве модификатора триглицидилфосфат, в качестве полых микросфер стеклянные микросферы и отвердитель смолы полиэтиленполиамин [14]. Результаты сравнения значений плотности и коэффициента теплопроводности двух покрытий приведены в табл. 3.

Из данных таблицы видно, что разработанное полимерное защитное покрытие имеет повышенные теплоизоляционные свойства и более низкий удельный вес, что позволяет значительно расширить сферу его применения.

Таблица 3

Сравнительная оценка свойств известного и разработанного покрытий

Наименование показателя	Значение показателя	
	Известное покрытие	Разработанное покрытие
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,03	0,015–0,027
Плотность, кг/м ³	320	210–280

Заключение

По итогам данной работы к практическому применению может быть рекомендован состав, в который на 100 мас. ч. эпоксидной смолы вводят 10 мас. ч. полиэтиленполиамины для холодного отверждения связующего, 10–25 мас. ч. триглицидилфосфата в качестве активного разбавителя эпоксидной смолы и 25–45 мас. ч. полых углеродных микросфер для снижения плотности и коэффициента теплопроводности покрытия.

Результаты определения плотности и коэффициента теплопроводности покрытия показывают, что полые углеродные микросферы и триглицидилфосфат способствуют снижению данных свойств, при этом влияние триглицидилфосфата менее выражено. Также следует учитывать, что полые углеродные микросферы позволяют получить прочное покрытие, а триглицидилфосфат повышает его адгезионную способность к различным поверхностям.

Экспериментальным путем установлено, что введение рассматриваемых добавок в количествах, меньше указанных, не приводит к значимому влиянию на исследуемые свойства, а избыточное количество полых углеродных микросфер и триглицидилфосфата негативно сказывается на вязкости композиции и свойствах получаемого покрытия.

В результате сравнения предлагаемого в данной работе полимерного состава с известным эпоксидным составом, в который также вводят полиэтиленполиамин и триглицидилфосфат, а наполнение полимерной матрицы проводят стеклянными микросферами, установлено, что разработанный состав полимерной композиции позволяет получать покрытия с более низкими значениями плотности и коэффициента теплопроводности. Следовательно, применение предлагаемого состава обосновано.

Применение полученной в данной работе полимерной композиции возможно для создания теплоизоляционных покрытий на наружных поверхностях оборудования и агрегатов, а также трубопроводов

для тепло-, газо- и водоснабжения для промышленного применения и в коммунальном хозяйстве при эксплуатации в условиях воздействия агрессивных сред и при перепадах температур.

Список литературы

1. Нефедов Н.И., Семенова Л.В. Гидрофобные электроизоляционные покрытия для защиты радиоэлектронной аппаратуры // Успехи в химии и химической технологии. 2012. Т. 26. № 4. С. 53–56.
2. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Разработка энергоэффективной облицовочной керамики на основе местного сырья и стекольного боя // Экология промышленного производства. 2019. № 3. С. 22–26.
3. Чухланов В.Ю., Усачева Ю.В., Селиванов О.Г., Ширкин Л.А. Новые лакокрасочные материалы на основе модифицированных пипериленистирольных связующих с использованием гальваношлама в качестве наполнителя // Лакокрасочные материалы и их применение. 2012. № 12. С. 52–55.
4. Лобанов М.Л., Кардонина Н.И., Россина Н.Г., Юровских А.С. Защитные покрытия: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского Университета. 2014. 200 с.
5. Маркова А.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю., Подолец А.А. Комплексная утилизация отходов Владимирской области в производстве высокопрочной строительной керамики из местной малопластичной глины // Экология промышленного производства. 2016. № 3. С. 14–17.
6. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Характеристика современных материалов для облицовки фасадов и цоколей зданий и сооружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 4. С. 55–61.
7. Колосова А.С., Пикалов Е.С. Современные газонаполненные полимерные материалы и изделия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 10. С. 54–67.
8. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Модификация полиорганосилоксаном связующего на основе полиуретана // Пластические массы. 2013. № 9. С. 8–10.
9. Liu Y., Li L., Liu H., Zhang M., Liu A., Liu L., Tang L., Wang G., Zhou S. Hollow polymeric microsphere-filled silicone-modified epoxy as an internally insulated material for composite cross-arm applications // Composites Science and Technology. 2020. Vol. 200. Article 108418.
10. Павлычева Е.А. Разработка полимерной композиции для получения защитного покрытия на металлических поверхностях // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. № 2. С. 33–36.
11. Яковенко Т.В., Ярулина Г.К., Гарустович И.В., Шишилов О.Н., Мельников Н.О. Сферопластики как термоизолирующие защитные материалы промышленного назначения // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. 30. № 8. С. 71–73.
12. Li R., Yang X., Li J., Shen Y., Zhang L., Lu R., Wang C., Zheng X., Chen H., Zhang T. Review on polymer composites with high thermal conductivity and low dielectric properties for electronic packaging // Materials Today Physics. 2022. Vol. 22. Article 100594.
13. Амирова Л.М., Строганов В.Ф., Сахабиева Э.В., Строганов И.В., Михальчук В.М. Оптический клей. Патент РФ № 2141989. Оpubл. 27.11.1999.
14. Амирова Л.М., Андрианова К.А., Рыбаков В.В., Овчинников Е.В., Амирова Л.Р. Способ получения теплоизоляционного градиентного покрытия. Патент РФ № 2424905. Оpubл. 27.07.2011. Бюл. № 21.
15. Андрианова К.А., Амирова Л.М. Защитные полимерные покрытия с градиентом состава и свойств // Полимеры в строительстве: научный интернет-журнал. 2018. № 1. С. 37–49.

СТАТЬЯ

УДК 54:579.64:579.66

**АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА
ПРОТИВ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА,
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ**

¹Калмурзаева А.Ш., ¹Джуманазарова А.З., ²Сариева Ж.К.

¹*Институт химии и химической технологии НАН КР, Бишкек,
e-mail: dzhumanazarova@gmail.com, Anisa_93@bk.ru;*

²*Диагностическая микробиологическая лаборатория Ошского городского центра
профилактики заболеваний и Госсанэпиднадзора
с функциями координации деятельности службы по Ошской области, Ош*

Проведены микробиологические испытания экстрактов одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) и лопуха войлочного (*Arctium tomentosum* Mill.), содержащие наночастицы серебра, с целью установления антимикробных свойств. Рассмотрены смеси экстрактов вышеуказанных растений и раствора нитрата серебра, взятые в объемных соотношениях 4:4 и 2:6, в которых произошло образование наночастиц серебра. Об образовании наночастиц серебра в экстрактах указанных растений судили по изменению цвета реакционных смесей и возникновению полос поглощения в области 420 нм в УФ-спектрах. Для определения микробиологической активности испытуемых смесей рассмотрено их действие на следующие бактерии: сенная палочка (*Bacillus cereus*, *B. subtilis*), кишечная палочка (*Escherichia coli*), сальмонеллы (*Salmonella abony*), синегнойная палочка (*Pseudomonas aeruginosa*), золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*), диплоидный грибок (*Candida albicans*). Результаты исследований показали, что наночастицы серебра (НЧС) в экстрактах растений показывают антимикробную активность по сравнению с чистыми экстрактами. Причем НЧС, полученные в тех же условиях, но в экстрактах разных растений, обладают разными активностями по отношению к изученным микроорганизмам. Также активности могут различаться для НЧС, полученных при разных соотношениях экстрактов растений и раствора нитрата серебра. Наибольшую антимикробную активность против *Candida albicans* проявили НЧС, полученные в экстракте одуванчика (*Taraxacum officinale* Wigg.) и нитрата серебра при их соотношении 4:4, что в перспективе заслуживает детального изучения для внедрения их в практику.

Ключевые слова: наночастицы серебра, экстракты растений, УФ-спектры, антимикробная активность, *Taraxacum officinale* Wigg., *Arctium tomentosum* Mill.

**ANTIMICROBIAL PROPERTIES AGAINST PATHOGENIC
AND CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS
OF SILVER NANOPARTICLES PRODUCED FROM PLANT EXTRACTS**

¹Kalmurzaeva A.Sh., ¹Dzhumanazarova A.Z., ²Sarieva Zh.K.

¹*Institute of Chemistry and Fitotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republik,
Bishkek, e-mail: dzhumanazarova@gmail.com, Anisa_93@bk.ru;*

²*Diagnostic microbiological laboratory of the Osh City for Disease Prevention
and state Sanitary and Epidemiological Supervision with the functions
of coordinating the activation of the service in the Osh region, Osh*

Microbiological testing of extracts of dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.) and burdock (*Arctium tomentosum* Mill.) containing silver nanoparticles was carried out in order to develop promising biologically active substances and antimicrobial drugs for medicine. Mixtures of extracts of the above plants and a solution of silver nitrate, taken in a ratio of 4:4 and 2:6, were considered. The formation of silver nanoparticles in the extracts of these plants was judged by the change in the color of the reaction mixtures and the appearance of absorption bands in the microbiological activity of the tested mixtures, their effect on the following bacteria was considered: *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella abony*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*. The research results showed that the presence of silver nanoparticles (SNPs) in plant extracts showed antimicrobial activity compared to pure extracts. Moreover, SNPs obtained under the same conditions, but in extracts of different activities in relation to the studied microorganisms. Also, activities may differ for SNPs obtained with different ratios of plant extracts and silver nitrate. The highest antimicrobial activity against *Candida albicans* was shown by SNPs obtained in the extract of dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.) and silver nitrate at a ratio of 4:4, which in the future deserves a detailed study for future deserves a detailed study for their implementation in practice.

Keywords: silver nanoparticles, plant extracts, UV spectra, antimicrobial activity, *Taraxacum officinale* Wigg., *Arctium tomentosum* Mill.

В последнее время одной из серьезных проблем современной медицины является множественная лекарственная устойчивость патогенов, в качестве эффективных

и безопасных антибактериальных, антимикробных средств рассматриваются наночастицы серебра (НЧС), которые могут проявлять также инсектицидные и фунги-

цидные свойства и которые можно получить с помощью экстрактов растений. Включение наночастиц Ag в состав материала придает ему выраженные антимикробные и фунгицидные свойства, а использование экстрактов растений предполагает биобезопасность и экологическую чистоту производства металлических НЧ: химические и физические методы, применяемые для получения НЧ, часто дороги и потенциально опасны для окружающей среды [1, 2].

Ряд полученных таким образом наночастиц (например, серебра, цинка и др.) проявляют антибактериальные и фунгицидные свойства, что делает их перспективными для использования в медицине [3, 4].

Так, описаны наночастицы серебра, полученные с использованием экстракта *Tridax procumbens* (тридакс), обладающие сильной антимикробной активностью в отношении *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae* и *Vibrio cholera*. Наночастицы серебра, полученные с использованием экстрактов шишек *Pinus thunbergii* (сосна Тунберга), проявляли антибактериальное действие в отношении различных грамположительных и грамотрицательных сельскохозяйственных патогенов, таких как *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas soryzae*, *Burkholderia glumae* и *Bacillus thuringiensis*. Серебряные наночастицы, полученные с использованием экстрактов латекса *Euphorbia pulcherrima* (молочай), токсичны для линии клеток A549 рака легкого человека. Наночастицы серебра, синтезированные в *Nerium oleander* (олеандр обыкновенный), обладали сильным ларвицидным действием против личинок переносчика малярии *Anopheles stephensi* [5].

Цель исследования – разработка перспективных для медицины биологически активных веществ и антимикробных препаратов из экстрактов одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) и лопуха

войлочного (*Arctium tomentosum* Mill.), содержащих наночастицы серебра.

Материалы и методы исследования

Основным параметром, характеризующим взаимоотношения между микробом и антимикробным препаратом, является величина минимальной подавляющей концентрации (МПК) препарата. То есть МПК определяют как минимальную концентрацию, подавляющую видимый рост микроба. Антибактериальную активность данных образцов для определения МПК проводили по методике, описанной в приказе Минздрава Кыргызской Республики «Об утверждении методических рекомендаций по определению чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» от 25.02.2016, № 139. Исследования проводили на базе диагностической микробиологической лаборатории Ошского городского центра Госсанэпиднадзора.

В данной работе исследованы образцы экстрактов двух растений, в которых были получены наночастицы серебра (НЧС): лопуха войлочного (*Arctium tomentosum* Mill.) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), описанные нами ранее [6].

На рис. 1 представлены фото экстракта одуванчика (1) и образцы (2–5) при добавлении к экстракту растворов нитрата серебра (НС) (а), и соответствующие им полосы поглощения (ПП) в УФ-области (б). Из ПП можно сделать заключение, что наиболее интенсивные пики образуются при соотношениях (4:4) и (2:6).

На рис. 2 представлены фото экстракта лопуха (1) и образцы (2–5) при добавлении к экстракту растворов НС (а) и соответствующие им полосы поглощения (ПП) в УФ-области (б).

В экстрактах лопуха образование НЧС происходит при соотношениях ЭЛВ:НС 4:4 и 2:6 (рис. 2, б).

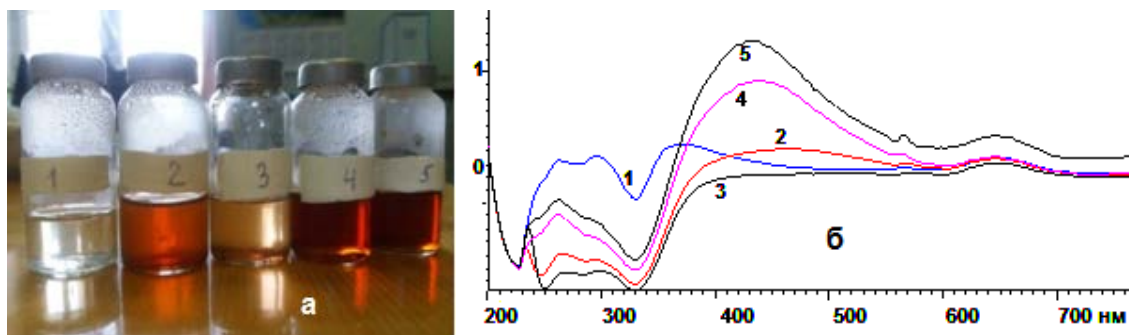


Рис. 1. а) 1 – экстракт одуванчика лекарственного (ЭОЛ) (*Taraxacum officinale* Wigg.); 2 – ЭОЛ: нитрат серебра (НС) 7:1; 3 – ЭОЛ:НС (6:2); 4 – ЭОЛ:НС (4:4); 5 – ЭОЛ:НС (2:6); б) UV-VIS-спектры: 1 – ЭОЛ; 2 – ЭОЛ:НС (7:1); 3 – ЭОЛ:НС (6:2); 4 – ЭОЛ:НС (4:4); 5 – ЭОЛ:НС (2:6)

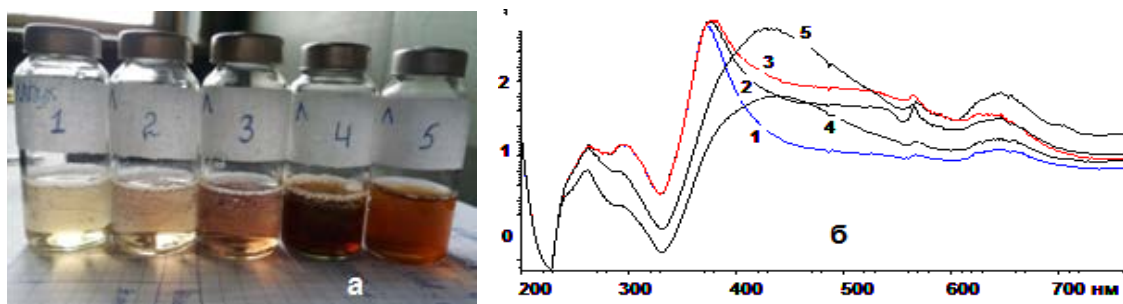


Рис. 2. а) 1 – экстракт лопуха войлочного (ЭЛВ) (*Arctium tomentosum* Mill.); 2 – ЭЛВ: нитрат серебра (НС) 7:1; 3 – ЭЛВ:НС (6:2); 4 – ЭЛВ:НС (4:4); 5 – ЭЛВ:НС (2:6); б) UV-VIS-спектры: 1 – ЭЛВ; 2 – ЭЛВ:НС (7:1); 3 – ЭЛВ:НС (6:2); 4 – ЭЛВ:НС (4:4); 5 – ЭЛВ:НС (2:6)

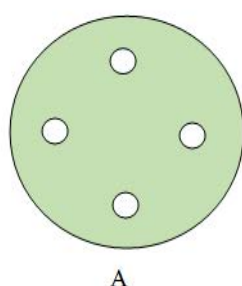


Рис. 3. Приготовление образцов для инкубации (А) и измерение зон подавления роста на чашках с измерительной линейкой (Б)

Результаты тестов на микробиологическую активность водного экстракта лопуха и экстрактов лопуха, содержащих НЧС в соотношениях экстракт: НЧС (4:4), (2:6), и их разведенных образцов приведены в табл. 1–3, экстракта одуванчика и экстрактов одуванчика, содержащих НЧС в соотношениях экстракт: НЧС (4:4), (2:6) – в табл. 4–6.

Определение антибактериальной активности разбавленных образцов экстрактов, содержащих НЧС, проводилось методом дис-

ко-диффузии в агар на газоне тест-культур (рис. 3, А). Заранее готовили диски из фильтровальной бумаги с размером со стандартного диска и стерилизовали при 180 °С, затем пропитывали диски исследуемыми образцами, помещали на засеянную тестовой культурой микроорганизмов поверхность с оптимальной питательной средой и культивировали при 37 °С в течение суток. После инкубации оценивали наличие или отсутствие видимого роста в мм диаметра (рис. 3, Б).

Таблица 1

Микробиологическая активность водного экстракта лопуха (*Arctium tomentosum* Mill.) и разведенных образцов по отношению к тест-культурам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Тест-культуры	Экстр. лопуха, мм	Разведение экстр. лопуха и зоны подавления роста тест-культур в мм			
		1:10	1:20	1:50	1:100
<i>Bacillus cereus</i>	–	–	–	–	–
<i>Bacillus subtilis</i>	–	–	–	–	–
<i>Escherichia coli</i>	–	–	–	–	–
<i>Salmonella abony</i>	–	–	–	–	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	–	–	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i>	–	–	–	–	–
<i>Candida albicans</i>	–	–	–	–	–

Таблица 2

Микробиологическая активность водного экстракта лопуха (*Arctium tomentosum* Mill.) с наночастицами серебра (ЭЛ:НС4:4) и разведенных образцов по отношению к тест-культурам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Тест-культуры	ЭЛ:НС(4:4), мм	Разведения препарата и зоны подавления роста тест-культур, мм			
		1:10	1:20	1:50	1:100
<i>Bacillus cereus</i>	5	–	–	–	–
<i>Bacillus subtilis</i>	5	–	–	–	–
<i>Escherichia coli</i>	5	–	–	–	–
<i>Salmonella abony</i>	5	–	–	–	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	–	–	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i>	–	–	–	–	–
<i>Candida albicans</i>	10	–	–	–	–

Результаты исследования и их обсуждение

Из данных табл. 1 можно видеть, что экстракт лопуха и его разведенные образцы индифферентны ко всем протестированным микроорганизмам.

Экстракты лопуха (табл. 2) с содержанием НЧС при соотношении ЭЛВ:НС (4:4) индифферентны к *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus*, а к остальным проявляет активность до 5 мм, а к *Candida albicans* – 10 мм, однако при разведении эти экстракты к этим микроорганизмам индифферентны.

Экстракты лопуха (табл. 3) с содержанием НЧС при соотношении ЭЛВ:НС (2:6) проявляют активность ко всем испытанным микроорганизмам (табл. 6), однако при раз-

ведении экстракты к этим микроорганизмам также индифферентны.

Из анализа данных этой таблицы можно видеть, что чистый экстракт одуванчика проявляет активность только относительно *Candida albicans* (10 мм и 5 мм – при разведении 1:10), а к остальным микроорганизмам индифферентны (табл. 4).

Однако для экстракта одуванчика (*Taraxacum officinale* Wigg.) с наночастицами серебра при соотношении (ЭОЛ+НС, 4:4) и разведенных образцов картина меняется. Данная смесь индифферентна только по отношению к *Salmonella abony*; к остальным микроорганизмам активность ее значительна и наибольшего значения она достигает для *Candida albicans* от 30 мм без разведения и от 26 мм до 18 мм – при разведении (табл. 5).

Таблица 3

Микробиологическая активность водного экстракта лопуха (*Arctium tomentosum* Mill.) с наночастицами серебра (ЭЛВ+НС, 2:6) и разведенных образцов по отношению к тест-культурам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Тест- культуры	ЭЛВ:НС(2:6), мм	Разведения препарата и зоны подавления роста тест-культур, мм			
		1:10	1:20	1:50	1:100
<i>Bacillus cereus</i>	8	–	–	–	–
<i>Bacillus subtilis</i>	8	–	–	–	–
<i>Escherichia coli</i>	10	–	–	–	–
<i>Salmonella abony</i>	10	–	–	–	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8	–	–	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	–	–	–	–
<i>Candida albicans</i>	10	–	–	–	–

Таблица 4

Микробиологическая активность водного экстракта одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) (ЭОЛ) и разведенных образцов по отношению к тест-культурам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Тест-культуры	Экстракт одуванчика, мм	Разведения экстракта одуванчика и зоны подавления роста тест-культур, мм			
		1:10	1:20	1:50	1:100
<i>Bacillus cereus</i>	—	—	—	—	—
<i>Bacillus subtilis</i>	—	—	—	—	—
<i>Escherichia coli</i>	—	—	—	—	—
<i>Salmonella abony</i>	—	—	—	—	—
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	—	—	—	—	—
<i>Staphylococcus aureus</i>	—	—	—	—	—
<i>Candida albicans</i>	10	5	—	—	—

Таблица 5

Микробиологическая активность водного экстракта одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) с наночастицами серебра (ЭОЛ+НС, 4:4) и разведенных образцов по отношению к тест-культурам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Тест- культуры	ЭОЛ+НС(4:4), мм	Разведения препарата и зоны подавления роста тест-культур, мм			
		1:10	1:20	1:50	1:100
<i>Bacillus cereus</i>	5	—	—	—	—
<i>Bacillus subtilis</i>	5	—	—	—	—
<i>Escherichia coli</i>	8	—	—	—	—
<i>Salmonella abony</i>	—	—	—	—	—
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	—	—	—	—
<i>Staphylococcus aureus</i>	16	5	—	—	—
<i>Candida albicans</i>	30	26	24	20	18

Таблица 6

Микробиологическая активность водного экстракта одуванчика (*Taraxacum officinale* Wigg.) с наночастицами серебра (ЭОЛ+НС, 2:6) и разведенных образцов по отношению к тест-культурам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов

Тест-культуры	ЭО+НС (2:6), мм	Разведения препарата и зоны подавления роста тест-культур, мм			
		1:10	1:20	1:50	1:100
<i>Bacillus cereus</i>	8	—	—	—	—
<i>Bacillus subtilis</i>	8	—	—	—	—
<i>Escherichia coli</i>	10	—	—	—	—
<i>Salmonella abony</i>	—	—	—	—	—
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15	10	5	—	—
<i>Staphylococcus aureus</i>	16	8	—	—	—
<i>Candida albicans</i>	24	20	18	10	8

Для экстракта одуванчика (*Taraxacum officinale* Wigg.) с наночастицами серебра при соотношении (ЭОЛ+НЧ, 2:6) и разведенных образцов активность падает, но остается достаточно высокой (от 24 мм до 8 мм) для *Candida albicans*. Данная смесь также индифферентна по отношению к *Salmonella abony*; к остальным микроорганизмам активность ее значительна: например, для *Pseudomonas aeruginosa* от 15 мм до 5 мм при разведении, для *Staphylococcus aureus* от 16 мм до 8 мм (табл. 6).

Заключение

Результаты исследований показывают, что, как и ожидалось, наличие НЧС в экстрактах растений показывают высокую активность по сравнению с чистыми экстрактами. Причем НЧС, полученные в тех же условиях, но в экстрактах разных растений обладают разными активностями по отношению к изученным микроорганизмам. Также активности могут различаться для НЧС, полученных при разных соотношениях экстракта и нитрата серебра.

Наибольшая антимикробная активность была получена для *Candida albicans* при тестировании НЧС, полученных в экстракте одуванчика (*Taraxacum offici-*

nale Wigg.) и нитрата серебра при их соотношении 4:4, что заслуживает внимания и требует дальнейшего детального изучения для внедрения в практику.

Список литературы

1. Макаров В.В., Лав А., Синицына О.В., Макарова С.С., Яминский И.В., Тальянский М.Э., Калинина Н.О. «Зеленые» нанотехнологии: синтез металлических наночастиц с использованием растений // Actanaturae. 2014. Т. 6. № 1 (20). Р. 37–47.
2. Сухина М.А., Шельгин Ю.А., Пиядина А.Ю., Фельдман Н.Б., Ананян М.А., Луценко С.В., Фролов С.А. Исследование ингибирующего и разрушающего действия препарата наночастиц серебра на биопленки, сформированные клинически значимыми микроорганизмами // Колопроктология. 2019. Т. 18. № 3 (69). С. 56–70.
3. Srikar S., Giri D., Pal D. et al. Green Synthesis of silver nanoparticles: A Review. Green and Sustainable Chemistry. 2016. No. 6. P. 34–56. DOI: 10.4236/gsc.2016.61004.
4. Singh P., Kim Y.J., Singh H., et al. Biosynthesis, characterization, and antimicrobial applications of silver nanoparticles. Int. J. Nanomedicine. 2015. No. 10. P. 2567–2577. DOI: 10.2147/IJN.S72313.
5. Ravindra S., Murali Mohan Y., Narayana Reddy N., Mohana Raju K. Fabrication of antibacterial cotton fibres loaded with silver nanoparticles via «Green Approach». Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. 2010. V. 367. P. 31–40.
6. Джуманазарова А.З., Калмурзаева А.Ш., Матаипова А.К. Синтез наночастиц серебра с помощью экстрактов растений // Вестник ОшГУ. 2. Серия: Биология, химия, география и сельское хозяйство. 2020. С. 69–75.

СТАТЬЯ

УДК 331.538

РОЛЬ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ТРУДА В РАЗВИТИИ ОРГАНИЗАЦИИ

Лехтянская Л.В.

*ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
филиал, Находка, e-mail: lirika20042004@mail.ru*

Правильно сформированная система менеджмента в организации позволяет удерживать лидирующие позиции на рынке даже в нестабильное время. Если компания начала стремительно уступать конкурентам или текучесть персонала возросла, нужно пересматривать все процессы. Развитие технологий, расширение ассортимента продукции порождает борьбу за рынок сбыта. Поэтому всё возрастающая конкуренция заставляет руководителей предприятий быть на шаг впереди своих конкурентов, чтобы выстоять в конкурентной борьбе. Для этого особое внимание уделяется развитию управленческого труда. Большое внимание уделяется вопросу организации процесса труда руководителя. Его значимая роль напрямую влияет на предприятие, его производительные мощности. Особая роль сотрудников предприятия, занимающихся управленческим трудом, для предприятия неоспорима. Она заключается в определённом воздействии на все стороны деятельности предприятия. Руководители не производят материальную продукцию, но их действия заключаются в принятии управленческих решений, от которых зависит производительность труда работников, конкурентоспособность предприятия, следовательно, и эффективность производства. Стабильное положение предприятия на рынке товаров и услуг обеспечивается за счёт правильного и грамотного руководства внутри административного аппарата предприятия. А также грамотного распределения обязанностей, выполнения производственных задач, в соответствии с графиком сдачи и выполнения, использования методов управления. Деятельность любого предприятия может быть организована в соответствии с законами менеджмента и может соответствовать поставленным задачам. Важным становится умение руководителя быстро менять тактику и стратегию руководства, проявлять гибкость к новым переменам в производственной сфере.

Ключевые слова: деятельность предприятия, управленческий труд, тактика руководства, квалифицированное руководство, система менеджмента, процесс деятельности, руководство коллективом, стратегическое управление

THE ROLE OF MANAGEMENT LABOR IN ORGANIZATION DEVELOPMENT

Lekhtyanskaya L.V.

*Vladivostok State University of Economics and Service,
branch, Nakhodka, e-mail: lirika20042004@mail.ru*

A properly formed management system in an organization allows you to maintain a leading position in the market even in unstable times. If the company began to rapidly yield to competitors or staff turnover increased, all processes need to be reviewed. The development of technologies, the expansion of the product range gives rise to a struggle for the sales market. Therefore, ever-increasing competition forces business leaders to be one step ahead of their competitors in order to survive in the competition. For this, special attention is paid to the development of managerial work. Much attention is paid to the organization of the manager's work process. Its significant role directly affects the enterprise, its productive capacity. The special role of employees of the enterprise engaged in managerial work for the enterprise is undeniable. It consists in a certain impact on all aspects of the enterprise. Managers do not produce material products, but their actions are to make managerial decisions that affect the productivity of workers, the competitiveness of the enterprise, and hence the efficiency of production. The stable position of the enterprise in the market of goods and services is ensured by the correct and competent management within the administrative apparatus of the enterprise. As well as a competent distribution of responsibilities, the implementation of production tasks, in accordance with the schedule for the delivery and implementation of goods and services, the use of management methods. The activities of any enterprise can be organized in accordance with the laws of management and meet the objectives. The ability of the manager to quickly change the tactics and strategy of management, the manifestation of flexibility to new changes in the production sphere becomes important.

Keywords: enterprise activity, managerial work, management tactics, qualified leadership, management system, activity process, team management, strategic management

Большое внимание современный менеджмент уделяет роли управленческого труда в развитии организации, её успешности на рынке товаров и услуг. Квалифицированное руководство имеет огромное значение для эффективности работы предприятия. Поэтому управленческий труд, или менеджмент, приобретает все большее значение в современном обществе.

Правильно сформированная система менеджмента в организации позволяет удерживать лидирующие позиции на рынке даже в нестабильное время. Если компания начала стремительно уступать конкурентам или текучесть персонала возросла, нужно пересматривать все процессы.

Цель исследования – используя статистический метод, рассмотреть, что вы-

стует объектом управленческого труда. Управленческий труд, осуществляемый руководителем организации, его перспективы и тенденции.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выбраны данные по руководству предприятиями в г. Находке. Для разностороннего исследования были применены такие методы исследования, как логический метод, сравнительный, а также статистические данные. Исследователи уделяют активное внимание данной теме. Интерес к вопросу грамотного профессионального управления всегда остаётся актуальным, требует внимательного изучения. Предприятия в современном экономическом пространстве могут занимать выгодное преимущество в том случае, когда управляет компанией опытный профессионал, менеджер с высокой квалификацией, стремящийся к совершенствованию и инновациям, владеющий мастерством управленца на самом высоком уровне. Рассмотрим материалы исследований учёных, занимающихся изучением данного вопроса. Например, М.П. Лоскутникова утверждает, что в разработке условий для достижения цели организации заключается эффективность управленческого труда. При этом необходимо учитывать минимальные затраты времени. Описывает необходимость минимизации ресурсов для достижения положительного и качественного результата. Результат управления оценивает возможностями материальными, трудовыми, финансовыми [1]. Т.А. Лягоскина говорит об умственном характере управленческого труда. Приводит в доказательство анализ деятельности сотрудников организации, а также говорит о целях, планировании деятельности предприятия, что является прямой составляющей деятельности руководителя [2].

А.И. Улькина в своей работе описывает решения, которые считает результатом труда управленца. Описывает управляющие воздействия на объекты с помощью решений. Каков конечный результат деятельности сотрудников предприятия – в этом составляющая управленческого труда, и очень значимая [3].

А.Э. Гизатуллина в своём исследовании описывает информативность труда управленца. Обращает внимание на то, что предмет управленческого труда полностью отличается от конечной деятельности иных видов. Влияние руководителей предприятий на процессы происходит с помощью информации, полученной и обработанной, а далее использованной с целью разработки решения [4].

С самых ранних периодов развития человеческого общества существовали те, кто брал на себя руководящую роль. Это были старейшины племени, вожди. Это было необходимо для того, чтобы организовать общину на сбор урожая, на охоту, мобилизовать на защиту от диких зверей, чуждых племён. Разрозненность была опасна. Для выживания в те непростые, на стадии становления общества, времена требовался сильный и мудрый руководитель, таковыми являлись вожди племён. Они обладали качествами, необходимыми для лидирующего положения в племени. Могли решить конфликт, точно организовать время и стратегию защиты, обеспечить успех на охоте, а значит, сохранить жизнеспособность племени, безопасность, обеспечить его питанием. Слушались их беспрекословно. Уже тогда лидирующая роль такого человека была неоспорима. Вождь наделялся властью, которая никому не была дана. Обладал умом и владел стратегией в разных направлениях деятельности. Когда вождь становился стар и терял способности руководить – на его место приходил самый сильный и мудрый, обладающий определёнными качествами, дающими ему превосходство над всеми остальными. Понятие управления до XX в. не имело такого значения, как в настоящий период. В начале XX в. руководители, которыми выступали распорядители, приказчики, действовали в процессе управления, полагаясь на интуицию. Научного базиса это управление не имело. Поэтому не исключение множество ошибок, которые описаны в литературе того периода. Это невинно осуждённые, лишённые собственности и др. Наступил период рыночной трансформации, реформ. И до настоящего времени вопрос управленческого труда остаётся острым. Развитие технологий, расширение ассортимента продукции порождает борьбу за рынок сбыта. Поэтому всё возрастающая конкуренция заставляет руководителей предприятий быть на шаг впереди своих конкурентов, чтобы выстоять в конкурентной борьбе. Для этого особое внимание уделяется развитию управленческого труда. Большое внимание уделяется вопросу организации процесса труда руководителя. Его значимая роль напрямую влияет на предприятие, его производственные мощности.

Результаты исследования и их обсуждение

Особая роль сотрудников предприятия, занимающихся управленческим трудом, для предприятия неоспорима. Она заключается в определённом воздействии на все

стороны деятельности предприятия. Руководители не производят материальную продукцию, но их действия заключаются в принятии управленческих решений, от которых зависит производительность труда работников, конкурентоспособность предприятия, следовательно, и эффективность производства. Стабильное положение предприятия на рынке товаров и услуг обеспечивается за счёт правильного и грамотного руководства внутри административного аппарата предприятия. А также грамотного распределения обязанностей, выполнения производственных задач в соответствии с графиком сдачи и выполнения, товаров и услуг, использования методов управления.

Деятельность любого предприятия может быть организована в соответствии с законами менеджмента и может соответствовать поставленным задачам.

Понятие управленческого труда включает в себя категорию – вид общественного труда. Главная задача – это чётко спланированная и координационная деятельность, в соответствии с целями основной деятельности. Ей подчинены все сотрудники предприятия, так как заняты в едином трудовом процессе. Умственный характер управленческого труда даёт основание говорить о специалистах, которые занимают руководящие должности на предприятии, что это люди образованные, решительные, с чётким пониманием целей и задач предприятия, понимающие процессы, протекающие в организации, как с точки зрения производственного направления трудовой деятельности, так и с точки зрения коллектива, работающего на предприятии.

Рассмотрим, что выступает объектом управленческого труда. На всех предприятиях это будет сама организация, работающие на предприятии члены коллектива [5]. Также объектом будет являться информация, которая поступает об объекте. И с данной информацией, в зависимости от её сложности, руководящему составу предприятия нужно предпринимать действия [6].

Управленческий труд является сложным, так как сопровождается сильными моральными и умственными нагрузками, большой ответственностью в принятии решений, большим разнообразием технологий, с помощью которых руководящее лицо принимает решения [7]. Данный труд имеет и определенный риск. Несвоевременное решение может перечеркнуть деятельность всего коллектива на протяжении длительного периода времени, иногда многих лет. Поэтому оперативность принятых решений или, наоборот, их задержка могут привести к катастрофическим последствиям, как фи-

нансовым, так и социальным. Управленческий труд можно отследить по финансовым показателям организации, прибыльности, сплоченности коллектива или отсутствию такового [8].

Руководитель организует на предприятии процесс деятельности, учитывая функциональные обязанности каждого сотрудника, распределяет задачи. От того, насколько грамотно и оперативно это будет сделано, зависит эффективность производства и результат труда [9]. Управление персоналом осуществляется через поручение определенного вида деятельности, распределение её по специалистам, компетентным это выполнить. Не все руководители имеют способность управлять коллективом. Критически относящийся к себе руководитель обычно решает это следующим образом: приглашает на работу специалиста, обладающего такими способностями, и назначает его заместителем, чтобы минимизировать сложности, которые могут возникнуть при неумелом руководстве коллективом [10]. Чаще такой заместитель, наделённый большими полномочиями, имеющий способности, необходимые руководителю, начинает исполнять руководящую роль на предприятии.

Нами был проведён анализ предприятий, руководители которых:

- 1) самостоятельно управляют предприятием,
- 2) предприятия, ключевые моменты на которых в области производства и управления коллективом выполняют заместители директора.

Наблюдение проводилось на семи предприятиях г. Находки. В результате анализа деятельности, опроса сотрудников предприятий, метода наблюдения было выявлено следующее: на восьми предприятиях лидирующая, направляющая и организаторская роль принадлежит руководителю организации. В двух организациях эта роль возложена на заместителя директора. Это объясняется сильной загруженностью руководителей предприятий, где управляющую роль выполняет заместитель директора. А также развитием новых проектов, которые позволяют расширить возможности предприятия, выйти на новый уровень производства и производительности труда. Таким образом, на большинстве предприятий руководящая роль принадлежит директору. Ответственность и мощный потенциал характеризует директоров рассматриваемых компаний. Личная заинтересованность руководителя предприятия даёт большой мощный потенциал в развитии, возможность конкурировать на рынке товаров и услуг,

что порождает самоотверженную, профессиональную работу коллектива предприятий. Интеллектуальный потенциал, особые психологические, психические качества, полнота знаний, определённые умения, наличие навыков определенной деятельности – необходимые условия для того, чтобы руководитель мог организовать эффективное функционирование предприятия. Отсутствие у руководителя этих качеств может привести к серьёзным последствиям для предприятия и всего коллектива [11]. Существует понятие «дар руководителя», которое как раз и характеризует, объединяет все лучшие и необходимые качества человека как руководителя.

Во время стремительно меняющихся условий во всех сферах деятельности, современному руководителю должны быть свойственны качества лидера, который быстро реагирует на все изменения на рынке товаров, услуг, рабочей силы, который внимательно следит за развитием новых технологий, научных разработок, активно всё это использует на своём предприятии, в том числе приобретает новое оборудование, внедряет новые технологии.

Основными современными чертами управленческого труда становится умение руководителя быстро менять тактику и стратегию руководства, проявлять гибкость к новым переменам в производственной сфере.

Быстрая смена и нестабильность политической, экономической составляющей делают менее значимыми факторы внешней среды для предприятия. Применяется ситуационный подход. В связи с быстро меняющимися технологиями, процессами руководитель должен уметь приспосабливаться к этим обстоятельствам, которые воздействуют извне, определять факторы, оказывающие воздействие на функционирование организации, провести их анализ, действовать в соответствии с той ситуацией, которая сложилась в связи с конкретными обстоятельствами.

В процессе деятельности большое значение уделяется системе стратегического управления организацией. Система действий, подчинённых основной цели, способствует улучшению результатов деятельности предприятия по сравнению с конкурентными организациями. В этом заключается стратегическое управление предприятием. Планирование и долгосрочная стратегия обеспечивает устойчивое положение предприятия на рынке, помогает избежать воздействия внешних факторов. Стратегическое управление – метод, в котором сочетаются стратегический подход

при постановке задачи, программно-целевой подход, который помогает реализовать поставленные задачи [12].

Для достижения поставленных целей важным условием является соблюдение корпоративной культуры сотрудниками предприятия. Организационная культура представляет определённую систему ценностей, сотрудничество в коллективе. Требования к каждому сотруднику, его деятельности и профессионализму, обеспечение взаимодействия между сотрудниками, всеобщая вовлечённость для получения результата и достижения поставленных целей – всё это составляющие высокой организации управленческого труда [13]. Делегирование полномочий с получением ожидаемого результата – способность руководителя, которую нельзя не отметить. В результате делегирования сотрудник получает задачу и полномочия, за выполнение которых несёт ответственность [14].

Заключение

Признание большого значения для будущего, формирование и функционирование инновационного менеджмента, который обеспечивает адаптацию организаций для научно-технического прогресса. Важность в инновационном менеджменте в организации представляет создание определённых, организационных условий для поддержания инициатив сотрудников и создание атмосферы для определённых форм инновационной деятельности.

Важно для организации умение руководителя управлять коллективом и процессами в организации. Это умение характеризуется как управленческий труд. Современный менеджмент не обходит вниманием этот важный аспект в управлении организацией. Успешность организации на рынке товаров и услуг, продвижение товаров, финансовый успех организации зависят от роли управленца, его способностей, его образованности и квалификации. Определённым образом происходит увеличение потенциала работников и организации в случае высокой компетентности руководства. Квалифицированное руководство имеет огромное значение для эффективности работы предприятия. Поэтому управленческий труд, или менеджмент, приобретает все большее значение в современном обществе.

Правильно сформированная система менеджмента в организации позволяет удерживать лидирующие позиции на рынке даже в нестабильное время. Неустойчивая, меняющаяся внешняя среда, непрерывно воздействующая на процессы в обществе, в том числе на организацию,

представляет собой определенного рода угрозу для стабильного функционирования. Принятие правильных и своевременных решений, чуткое руководство организацией – всё это способствует стабильному существованию предприятия. Если компания начала стремительно уступать конкурентам или текучесть персонала возросла, нужно пересматривать все процессы.

Современный руководитель должен нести социальную ответственность, так как организация – прежде всего социальная система, в которой главный ресурс – человек. Поэтому цель руководителя в том, чтобы создать наиболее оптимальные и комфортные условия на работе, чтобы рабочий в полной мере раскрыл весь свой потенциал и работал с большей результативностью. Высокопроизводительный труд – важный аспект для организации, роста финансового благополучия фирмы.

Реализация новых возможностей управления может быть осуществлена при пересмотре самих принципов ведения предпринимательства, а также психологического настроя сотрудников предприятия. Для этого необходима переподготовка руководителей, сотрудников, что даст возможность нового видения процессов деятельности предприятия, умения управлять процессами, реагировать на изменяющиеся условия более гибко и оперативно.

Современная организация может существовать в изменяющихся условиях при наличии реакции на динамичные перемены, включаться быстро и качественно в непрерывно меняющиеся технологии, уметь выживать в неопределенности внешней среды. Современная организация – это комплекс, в который входят человек с его ценностями и возможностями, изменения в организации производства, для улучшения качества предлагаемой продукции, постоянное приспособление к меняющимся тенденциям внешней среды. В этой связи управленческий труд выступает мерилом успеха деятельности организации, от него зависит продолжительность жизни предприятия, спрос выпускаемой продукции на рынке, конкурирующее положение, стабильность контингента сотрудников. Существует понятие «техника работы» управленца, включающее в себя умение использовать сред-

ства работы для управления, навыки работы управления предприятием, определённые приёмы, необходимые для организации деятельности предприятия.

Список литературы

1. Лоскутникова М.П. Оценка эффективности системы управления организацией // Образование и наука в России и за рубежом. 2018. № 5. С. 11–14.
2. Лягоскина Т.А. Сущность и особенности управленческого труда // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы: сборник статей международной научно-практической конференции: в 3 ч. 2016. С. 142–144.
3. Ульякина А.И. Некоторые особенности управленческого труда // Новое слово в науке: перспективы развития. 2014. № 2 (2). С. 296–298.
4. Гизатуллина А.Э. Особенности управленческого труда в современных условиях // Междисциплинарный подход к исследованию экономики: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры общей экономической теории БашГУ: в 3 ч. 2017. С. 199–204.
5. Глава 1. Теоретические аспекты управленческого труда в организации. [Электронный ресурс]. URL: <https://mudocx.ru/11-53057.html> (дата обращения: 17.02.2022).
6. Управленческий и организаторский труд. [Электронный ресурс]. URL: <https://hr-portal.ru/article/upravlencheskiy-i-organizatorskiy-trud> (дата обращения: 17.02.2022).
7. Организация управленческого труда. [Электронный ресурс]. URL: <https://studref.com/496612/menedzhment/organizatsiya-upravlencheskogo-truda> (дата обращения: 17.02.2022).
8. Специфика управленческого труда. [Электронный ресурс]. URL: <https://studme.org/196753/pedagogika/spetsifika-upravlencheskogo-truda> (дата обращения: 17.02.2022).
9. Дипломная работа. Организация управленческого труда на предприятии (на примере УП «Ин-Об-Нова» ООО БелоОИ). [Электронный ресурс]. URL: <https://privetstudent.com/diplomnyye/menedzhment-diplomnye-raboty/2631-organizatsiya-upravlencheskogo-truda-na-predpriyatii-na-primere-up-in-ob-nova-oo-beloi.html> (дата обращения: 17.02.2022).
10. Управленческий труд в современном обществе. [Электронный ресурс]. URL: https://studwood.ru/1115337/menedzhment/upravlencheskiy-trud-sovremennom_obschestve (дата обращения: 17.02.2022).
11. Управленческий труд: характеристика, функции, роли. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.referat911.ru/Menedzhment/upravlencheskiy-trud-harakteristika-funkcii-rol/504508-3183756-place2.html> (дата обращения: 17.02.2022).
12. Управленческий труд и его эффективность. [Электронный ресурс]. URL: https://revolution.allbest.ru/management/00693438_1.html (дата обращения: 17.02.2022).
13. Доклад ведомства «Картина экономики. Сентябрь 2018 года». [Электронный ресурс]. URL: <http://rf.life/ekonomika/kartina-ekonomiki-sentyabr-2018-goda/> (дата обращения: 05.01.2022).
14. Воробьев Н.В. Управленческий труд как один из показателей эффективности деятельности организации // Молодой ученый. 2019. № 45 (283). С. 278–280. URL: <https://moluch.ru/archive/283/63855/> (дата обращения: 08.03.2022).