

Медицина труда и экология человека

2020. №2
Сетевое издание ISSN 2411-3794



12+

uniimtech.ru

Медицина труда и экология человека

2020, №2

ISSN 2411-3794

Occupational health and human ecology

2020, №2

Учредитель

Федеральное бюджетное учреждение науки

«Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»

Главный редактор – А.Б. Бакиров, д.м.н., проф., академик АН РБ – директор ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

Зам. главного редактора – Г.Г. Гимранова, д.м.н.

Редакционный совет:

А.Ю. Попова, д.м.н., проф. (Россия, Москва),
С.П. Алиев, д.м.н., проф. (Таджикистан, Душанбе),
И.В. Бухтияров, д.м.н., проф., член-корр. РАН,
(Россия, Москва),
В.Ю. Ананьев, к.м.н. (Россия, Москва),
Н.В. Зайцева, д.м.н., акад. РАН (Россия, Пермь),
А.В. Зеленко, к.м.н. (Белоруссия, Минск),
Г.Е. Косяченко, д.м.н. (Белоруссия, Минск),
И.З. Мустафина, к.м.н. (Россия, Москва),
В.Н. Ракитский, д.м.н., акад. РАН (Россия, Москва),
С.Х. Сарманаев, д.м.н., проф. (Россия, Москва),
С.А. Горбанев, д.м.н. (Россия, Санкт-Петербург),
И.В. Май, д.б.н., проф. (Россия, Пермь),
Н.В. Богданова, Ph.D (Германия, Ганновер),

Ю.А. Рахманин, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия,
Москва),
А.Я. Рыжов, д.б.н., проф. (Россия, Тверь),
Е.Г. Степанов, к.м.н. (Россия, Уфа),
В.Ф. Спиринов, д.м.н., проф. (Россия, Саратов),
С.И. Сычик, к.м.н. (Белоруссия, Минск),
В.А. Тутельян, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия,
Москва),
Х.Х. Хамидулина, д.м.н., проф. (Россия, Москва),
С.А. Хотимченко, д.м.н., проф., член-корр. РАН
(Россия, Москва),
Т.Н. Хамитов, к.м.н. (Казахстан, Караганда),
А.Н. Данилов, д.м.н., проф. (Россия, Саратов),
В.Б. Гурвич, д.м.н. (Россия, Екатеринбург),
И.К. Романович, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия,
Санкт-Петербург)

Редакционная коллегия:

Э.Т. Валеева, д.м.н. (Россия, Уфа),
Т.В. Викторова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
М.Г. Гайнуллина, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Т.Р. Зулъкарнаев, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Л.М. Карамова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Л.К. Каримова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

В.О. Красовский, д.м.н. (Россия, Уфа),
Р.А. Сулейманов, д.м.н. (Россия, Уфа),
З.Р. Терегулова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),
Л.М. Масыгутова, д.м.н. (Россия, Уфа),
З.Ф. Гимаева, д.м.н. (Россия, Уфа),
Э.Р. Шайхлисламова, к.м.н. (Россия, Уфа)

Редакция:

зав. редакцией – Батисова С.М.
научный редактор – Каримов Д.О.

переводчики – Палютина З.Р., Башарова Г.М.
корректор – Нурғалиева Р.Р.

Адрес редакции: Российская Федерация, 450106, Республика Башкортостан,
город Уфа, улица Степана Кувыкина, дом 94
Тел.: (347) 255-19-57, факс: (347) 255-56-84

E-mail: journal@uniimtech.ru

Электронная версия журнала — на сайте <http://uniimtech.ru/>

ЗАРЕГИСТРИРОВАН В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЕ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ СВЯЗИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ 29.05.2020, НОМЕР СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭЛ № ФС77-78392

Перепечатка текстов без разрешения редакции запрещена.

При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

Возрастное ограничение: 12+. Подписано в печать: **26.06.2020 г.**

©ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 2020

Occupational Health and Human Ecology

2020. №2

ISSN 2411-3794

Founder

Federal State-Funded Institution of Science

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

Editor-in-Chief – A.B. Bakirov, M.D., Professor of Medicine, Academician of the Bashkortostan Academy of Sciences - Director, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

Deputy Chief Editor – G.G. Gimranova, M.D.

Editorial Board:

A.Yu. Popova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.P. Aliev, M.D., Professor of Medicine (Tajikistan, Dushanbe),

I.V. Bukhtiyarov, M.D., Professor of Medicine, Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),

V. Yu. Ananiev, Ph.D. (Russia, Moscow),

N.V. Zaitseva, M.D., Academician of RAS (Russia, Perm),

A.V. Zelenko, Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),

G.E. Kosyachenko, M.D. (Belarus, Minsk),

I.Z. Mustafina, Ph.D. (Medicine) (Russia, Moscow),

V.N. Rakitsky, M.D., Academician of RAS (Russia, Moscow),

S.Kh. Sarmanaev, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.A. Gorbanev, M.D. (Russia, St. Petersburg),

I.V. May, Doctor of Biology, Professor (Russia, Perm),

N.V. Bogdanova, Ph.D. (Germany, Hanover),

Yu.A. Rakhmanin, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

A.Ya. Ryzhov, Doctor of Biology, Professor (Russia, Tver),

E.G. Stepanov, Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa),

V.F. Spirin, M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),

S.I. Sychik, Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),

V.A. Tutelian, M.D., Professor of Medicine, acad. of RAS (Russia, Moscow),

Kh.Kh. Khamidulina, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.A. Khotimchenko, M.D., Professor of Medicine,

Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),

T.N. Khamitov, Ph.D. (Medicine) (Kazakhstan, Karaganda),

A.N. Danilov, M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),

V.B. Gurchich, M.D. (Russia, Yekaterinburg),

I.K. Romanovich, M.D., Professor of Medicine (Russia, St. Petersburg)

Editorial Council:

E.T. Valeeva, M.D. (Russia, Ufa),

T.V. Viktorova, M.D., Professor of Medicine (Ufa, Russia),

M.G. Gainullina, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

T.R. Zulkarnaev, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.M. Karamova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.K. Karimova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

V.O. Krasovsky, M.D. (Russia, Ufa),

R.A. Suleymanov, M.D. (Russia, Ufa),

Z.R. Teregulova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.M. Masyagutova, M.D. (Russia, Ufa),

Z.F. Gimaeva, M.D. (Russia, Ufa),

E.R. Shaikhislamova, Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa)

Editors:

Managing Editor - Batisova S.M.

Science Editor - Karimov D.O.

Translators - Palyutina Z.R., Basharova G.M.

Proofreader - Nurgalieva R.R.

Editorial office: Russian Federation, 450106, Republic of Bashkortostan, 94, Kuvykina Ul., Ufa.

Phone: (347) 255-19-57, fax: (347) 255-56-84

E-mail: journal@uniimtech.ru

The electronic version of the journal is on the website <http://uniimtech.ru/>

REGISTERED IN THE FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION IN THE FIELD OF COMMUNICATION, INFORMATION TECHNOLOGIES AND MASS COMMUNICATIONS 29.05.2020, CERTIFICATE NUMBER EL No. FS77-78392

Reprinting of texts without permission of the publisher is prohibited.

When quoting materials reference to the journal is required.

Age restriction: 12+. Signed to print: 26.06.2020

© Federal State-Funded Institution of Science "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology", 2020

ГИГИЕНА ТРУДА

- 7** **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА СПЕЦИАЛИСТОВ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЦЕНТРОВ
РОСПОТРЕБНАДЗОРА**

Ненахов И.Г.

- 15** **ПРИОРИТЕТНЫЕ ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Красавина Е.К.

МЕДИЦИНА ТРУДА

- 20** **ОЦЕНКА КЛЕТОЧНОГО ЗВЕНА ИММУННОЙ СИСТЕМЫ
РАБОТНИКОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ**

Аликина И.Н., Долгих О.В.

- 25** **ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И
СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С
ПАТОЛОГИЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

Челакова Ю.А., Долгих О.В.

- 31** **РОЛЬ ЭНДОТЕЛИНА-1 В РАЗВИТИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ
ГИПЕРТЕНЗИИ У РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ
ТРУДА**

Умнягина И.А., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Трошин В.В., Иванова Ю.В.

**37 GWR-МОДЕЛЬ В ИЗУЧЕНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ
ВАРИАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕРТНОСТИ ОТ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ
БАШКОРТОСТАН**

Егорова Н.Н., Франц М.В.

**44 ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И
МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У РАБОТНИКОВ
ОХРАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Лапко И.В.

**49 ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО РИСКА В УСЛОВИЯХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У ИНСПЕКТОРОВ ДПС
ГИБДД**

Некрасова М.М., Черникова Е.Ф., Васильева Т.Н., Зуев А.В., Полевая С.А., Парин С.Б.

**59 ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Умнягина И.А., Трошин В.В., Владыко Н.В.

**65 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ОСНОВАНИИ
АНКЕТНЫХ ДАННЫХ И МЕДИЦИНСКОГО ОСМОТРА
ЖИТЕЛЕЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Хисматуллин Д.Р., Чигвинцев В.М., Кирьянов Д.А.

- 71 НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА ОБРАЩЕНИЕМ ОТХОДОВ
ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ КАК ОДНО ИЗ
НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ И
УЧРЕЖДЕНИЙ РОСПОТРЕБНАДЗОРА В ПРАКТИЧЕСКОМ
РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Позднякова М.А.

- 78 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ E.coli ПРИ
ГИГИЕНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ
ВЕЩЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО
ОБЩЕСАНИТАРНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ ВРЕДНОСТИ**

Синицына О.О., Пивнева О.С., Козырева О.Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 85 К ВОПРОСУ О ТОКСИЧНОСТИ НАНОКОМПОЗИТА
СЕРЕБРО-ПЕКТИН ПРИ ИНГАЛЯЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
В ПОДОСТРОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Василькевич В.М., Михайлова Н.Н., Эрм Г.И., Афонин В.Ю.,
Бондаренко Л.М.

УДК 613.6.02

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА СПЕЦИАЛИСТОВ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЦЕНТРОВ РОСПОТРЕБНАДЗОРА

Ненахов И.Г.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия

Цель работы заключалась в разработке предложений по совершенствованию условий труда специалистов испытательных лабораторных центров Роспотребнадзора. Для выполнения поставленных задач нами использовались гигиенические (оценка условий труда, напряженности трудового процесса), социологические (оценка работоспособности) и клинические (оценка напряженности центральной нервной системы методом вариационной хронорефлексометрии) методы исследований. В результате исследования было научно подтверждено, что использование компьютерного сопровождения достоверно позволяет влиять на сохранение работоспособности персонала и предупреждать развитие утомления центральной нервной системы (достоверные различия ($p < 0,05$) времени простой и сложной зрительно-моторных реакций в сравниваемых группах). Также определено, что ведущими факторами, влияющими на здоровье и утомляемость специалистов, являются напряженность трудового процесса (3.1) и локальное влияние условий труда в определенных лабораториях. На основании полученных данных нами были разработаны предложения по совершенствованию условий труда специалистов лабораторий.

Ключевые слова: охрана труда, профессиональные заболевания, испытательные лабораторные центры, лабораторная информационная система.

Для цитирования: Ненахов И.Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА СПЕЦИАЛИСТОВ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЦЕНТРОВ РОСПОТРЕБНАДЗОРА. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:7-14

Для корреспонденции: Ненахов Иван Геннадьевич, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», к.м.н., e-mail: rayhd@yandex.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10201>

THE IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS OF THE SPECIALISTS OF THE TESTING LABORATORY CENTERS OF RSPOTREBNADZOR

Nenakhov I.G.

Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region, Voronezh, Russia

The purpose of the work was in the development of the proposals on the improvement of the working conditions of the specialists of the testing laboratories of Rosпотребнадзор. For performing the tasks, we used the hygienic (the assessment of the working conditions, the intensity of the work process), sociological (the assessment of the work efficiency) and clinical (the assessment of the tension of the

central nervous system by the method of chronoreflexometry) research methods. As a result of the study it was scientifically confirmed that the use of the computer support reliably allows to influence on the preservation of the staff performance and prevent the development of the fatigue of the central nervous system (significant differences ($p < 0,05$) in the time of simple and complex visual-motor reactions in the compared groups). It was also determined that the leading factors affecting the health and fatigue of the specialists is the intensity of the work process (3.1) and local influence of the working conditions in the certain laboratories. Based on the obtained data, we developed the proposals on the improvement of the working conditions of the specialists of the laboratories.

Keywords: labor protection, occupational diseases, testing laboratory centers, laboratory information system.

For citation: Nenakhov I.G. THE IMPROVEMENT OF WORKING CONDITIONS OF THE SPECIALISTS OF THE TESTING LABORATORY CENTERS OF ROSPOTREBNADZOR. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:7-14

For correspondence: Ivan G. Nenakhov, Doctor of Sanitary and Hygienic Laboratory Research, Center for Hygiene and Epidemiology in Voronezh Region, MD, PhD: e-mail: rayhd@yandex.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10201>

Испытательные лабораторные центры, входящие в структуру Роспотребнадзора, являются одним из важнейших звеньев центров гигиены и эпидемиологии, которые обеспечивают деятельность Управления Роспотребнадзора. При влиянии неблагоприятных факторов трудового процесса на сотрудников лабораторий возможно не только снижение работоспособности сотрудников и появление риска ошибок в профессиональной деятельности, вызванных человеческим фактором, но и развитие заболеваний [1]. К тому же современная лабораторная практика характеризуется четким соблюдением требований методик исследований и менеджмента качества лабораторных исследований [2, 3], что также создает дополнительную нагрузку на здоровье специалистов при осуществлении профессиональной деятельности.

Все вышеперечисленное создает необходимость оптимизации и совершенствования условий труда специалистов испытательных лабораторных центров.

Цель работы – предложить дополнения в инструкции по охране труда, направленные на совершенствование условий труда специалистов испытательных лабораторных центров Роспотребнадзора.

Задачи исследования:

1. Провести гигиеническую оценку условий трудового процесса сотрудников испытательных лабораторных центров Роспотребнадзора и выделить основные факторы, влияющие на снижение работоспособности и формирование утомляемости сотрудников.
2. Оценить влияние различных подходов к организации рабочего процесса в лабораториях (с использованием и без использования программного сопровождения) на состояние здоровья, психологическое состояние и работоспособность специалистов.

3. Предложить комплекс мероприятий по совершенствованию условий труда специалистов испытательных лабораторных центров Роспотребнадзора.

Материал и методы исследования

Для выполнения поставленных в работе задач мы провели исследование на 2 группах сотрудников лабораторий с разной организацией трудового процесса в двух регионах России – в Тамбовской и Воронежской областях. В испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» организация труда специалистов во время проведения исследования была представлена преимущественно неавтоматизированным способом (сопровождение протокола исследований/измерений в ручном режиме). В данном лабораторном центре исследование было проведено на 100 специалистах. В испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тамбовской области» организация труда автоматизирована с применением информационной системы, которая способна сопровождать выход протокола исследований/измерений в автоматизированном режиме. В ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тамбовской области» исследование было выполнено на 70 специалистах. Помимо этого, было проведено сравнительное исследование между подгруппами в сравниваемых группах. Для этого сотрудники лабораторий были распределены в подгруппы специалистов лабораторий, занятых санитарно-гигиеническими и эпидемиологическими исследованиями.

Изучение условий труда осуществлялось согласно документу Р. 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Исследование работоспособности специалистов проводилось методом изучения утомляемости нервной системы с помощью данных, полученных при помощи вариационной хронорефлексографии, и методом определения состояний сниженной работоспособности.

Результаты исследований

При оценке тяжести и напряженности трудового процесса специалистов испытательного лабораторного центра, согласно документу Р. 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», было установлено, что условия труда характеризуются комплексным воздействием факторов трудового процесса (повышенная температура в комнатах лаборатории физико-химических исследований при проведении хроматографических, атомно-спектрометрических и прочих методов исследований с использованием измерительных приборов, которые нагреваются до высоких температур: 300-500°C; сквозняки в теплое время года за счет открытых окон около лабораторных вытяжек и прочее), влажность во всех исследуемых лабораториях - 40-58%.

Таким образом, по параметрам микроклимата в испытательном лабораторном центре условия труда относятся к классу 2.0. Допустимый класс условий труда также отмечается и по параметрам оценки шума, вибрации, электромагнитного излучения. Тяжесть трудового процесса для всех сотрудников лабораторий можно отнести к допустимому классу (2.0), напряженность труда у специалистов – к классу 3.1 (напряженный труд 1 степени) [4]. Напряженность труда формируется за счет повышенной напряженности нервной системы из-за опасности за собственную жизнь и жизни окружающих при работе с биологическим материалом (вирусология,

бактериология), химическими реактивами (лаборатория профилактической токсикологии, гигиены питания, физико-химических исследований, коммунальной гигиены). Важным фактором, характеризующим напряженность труда, является ненормированный рабочий день у специалистов лабораторий, которые выезжают на отбор проб и осуществляют обеспечение проведения социально-гигиенического мониторинга (отбор проб утром, днем, вечером и в ночные часы). Общим критерием, формирующим класс 3.1. напряженности труда, также является то, что с каждым годом все больше усиливаются требования ГОСТ ISO/IEC 17025 к проведению исследований и измерений, появляются новые методики исследований и измерений, следовательно, область аккредитации лаборатории постоянно претерпевает изменения [5, 6].

При сравнении основной группы с компьютерным сопровождением рабочего процесса и контрольной группы без использования программного сопровождения было отмечено, что в контрольной группе утомление у сотрудников формируется быстрее по сравнению с основной за счет большего количества работы с ручным сопровождением протокола исследований/измерений, что также оказывает значимое влияние на напряженность нервной системы. Оценка утомления специалистов испытательного лабораторного центра проводилась с использованием методики вариационной хронорефлексометрии по показателям простой и сложной зрительно-моторных реакций [7]. Показатели функционального состояния ЦНС представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Показатели функционального состояния ЦНС специалистов
основной и контрольной групп**

Показатели функционального состояния ЦНС	Основная группа				Контрольная группа			
	сотрудники лабораторий сангиг.профиля		сотрудники лабораторий эпид.профиля		сотрудники лабораторий сангиг.профиля		сотрудники лабораторий эпид.профиля	
	min- max	M±m	min- max	M±m	min- max	M±m	min-max	M±m
ПЗМР, мс	152 -269	238 ±12	159 -259	223 ±12	142 -266	220 ±12	153 -254	218 ±12
СЗМР, мс	251 -351	272 ±14*	261 -344	299 ±15*	255 -348	281 ±14*	245-338	301 ±12*

*присутствуют достоверные различия между группами ($p < 0,05$)

При проведении исследований было установлено, что большему утомлению при осуществлении профессиональной деятельности подвержены специалисты лабораторий, занятые санитарно-гигиеническими исследованиями, нежели специалисты, работающие в лабораториях эпидемиологического профиля. При оценке кривой утомления по показателям СЗМР и ПЗМР было установлено, что утомление у специалистов санитарно-гигиенического профиля начинает формироваться в середине рабочей недели – в среду и четверг, но в группе с компьютерным сопровождением утомление выражено менее значительно. Разница в сравниваемых подгруппах

также отмечается на начало и конец рабочей недели, что свидетельствует о том, что специалисты санитарно-гигиенического профиля не успевают отдохнуть к началу рабочей недели за счет большего утомления в сравнении со специалистами эпидемиологического профиля к концу рабочей недели. Второе, что мы отметили, – это достоверное подтверждение того факта, что использование компьютерного сопровождения позволяет влиять на сохранение работоспособности персонала. Динамика показателей функционального состояния ЦНС специалистов основной и контрольной групп представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Динамика показателей функционального состояния ЦНС специалистов
основной и контрольной групп**

Показатель	Физиологическая норма (N)	Сотрудники лабораторий санитарно-гигиенического профиля				Сотрудники лабораторий эпидемиологического профиля			
		понедельник		пятница		понедельник		пятница	
		↑N (%)	↓N (%)	↑N (%)	↓N (%)	↑N (%)	↓N (%)	↑N (%)	↓N (%)
Основная группа без компьютерного сопровождения (n=100)									
ПЗМР (мс)	160-250	8	10	12	6	6	8	10	8
СЗМР (мс)	270-330	42	10	58	8	22	12	28	8
Контрольная группа с компьютерным сопровождением (n=70)									
ПЗМР (мс)	160-250	10	6	12	4	6	6	10	6
СЗМР (мс)	270-330	38	6	51	4	24	8	30	6

При оценке работоспособности социологическими методами и определении усталости специалистов в сравниваемых группах была выбрана методика дифференциальной оценки состояний сниженной работоспособности, которая позволила оценить уровни утомления, монотонии, пресыщения и стрессовых состояний. Данные, полученные с исследованием социологических методов и методики дифференциальной оценки состояний сниженной работоспособности, подтвердили различия в сравниваемых группах и подгруппах. Несмотря на то что большинство исследованных специалистов имеют устойчивые состояния по всем оцениваемым критериям, уровень стресса у специалистов санитарно-гигиенического профиля выше, чем у сотрудников эпидемиологического направления деятельности (23 и 15% специалистов санитарно-гигиенических и эпидемиологических лабораторий основной группы и 14 и 8% специалистов контрольной группы соответственно). Высокий уровень утомления превалирует у специалистов основной группы (32%) по сравнению с контрольной группой (17%). Монотония значительно выражена у специалистов санитарно-гигиенического профиля – около 19% сотрудников отмечают утомление при заполнении одних и тех же рабочих журналов каждый день. Среди специалистов эпидемиологического профиля высокий показатель монотонии был

отмечен у 8 сотрудников в основной группе и 7 сотрудников в контрольной. Уровень пресыщения среди групп практически не различается, и его отмечают 12 и 13% специалистов основной и контрольной групп соответственно.

Обсуждение

С целью реализации подходов к совершенствованию условий труда специалистов лабораторий, обеспечивающих деятельность Роспотребнадзора, нами были предложены дополнения к инструкциям по охране труда.

Основные критерии безопасности труда представлены в Трудовом кодексе РФ и регулируются Федеральными законами ФЗ-116, ФЗ-125 и ФЗ-426, а также Приказами Министерства труда Российской Федерации. Однако гигиенические нормы, прописанные в смежных документах и носящие характер рекомендательных норм, часто упускаются из вида работодателями. Поэтому необходимо использовать данные гигиенических и инструментальных исследований с целью разработки локальных подходов к оптимизации трудового процесса. В данном случае, это исполнение требований организационно-методических стандартов и требований, в том числе при работе с вредными и опасными производственными факторами, оценка напряженности труда, оценка данных вариационной хронорефлексографии для выявления сотрудников с напряженной ЦНС, разработка поэтапного внедрения программных продуктов с учетом сложности выполнения профессиональных задач (первоначально – апробация на объектах исследования вода/почва, следующий этап – пищевые продукты, далее – прямые измерения) [8, 9, 10]. Для сотрудников лабораторий санитарно-гигиенического направления рекомендуется внедрение перерыва во второй половине рабочего дня и разработка инструкций по взаимозаменяемости с целью реализации смены деятельности в течение длительного времени.

Выводы:

1. Ведущими причинами снижения работоспособности и утомляемости сотрудников лабораторий является воздействие комплекса неблагоприятных факторов производственной среды (напряженность трудового процесса, параметры микроклимата, относительной влажности, освещенности и т.д.), развитие состояний сниженной работоспособности (большое количество однотипных действий, связанных с выполнением требований ГОСТ ISO/IEC 17025 и менеджмента качества), большое количество ручной работы по сопровождению исследуемого образца.
2. Использование компьютерного сопровождения достоверно позволяет влиять на сохранение работоспособности персонала и предупреждать развитие утомления центральной нервной системы.
3. Разработка инструкций по охране труда должна включать рекомендации по совершенствованию профессиональной деятельности сотрудников лабораторий с помощью использования программных баз данных, разработанных для лабораторий. Внедрение лабораторных программ необходимо осуществлять с учетом поэтапной реализации смены деятельности сотрудников в лаборатории в течение рабочего дня, ограничения приема

договорных проб в конце недели для корректности нагрузки на специалистов в начале рабочей деятельности.

Список литературы:

1. Ненахов И.Г. Изучение состояния здоровья персонала испытательного лабораторного центра экспресс-методом (по Г.Л. Анасенко). Прикладные информационные аспекты медицины. 2018; 21(4): 70-74.
2. Ракитский В.Н., Сеницкая Т.А., Артюшкина Г.И., Чистова Ж.А. Внедрение принципов надлежащей лабораторной практики в испытательных центрах Роспотребнадзора. Защита и карантин растений. 2016; 1: 11-12.
3. Казакова Е.В. Основные этапы аккредитации испытательных лабораторных центров. Моя профессиональная карьера. 2019; 1(4): 186-191.
4. Ненахов И.Г., Стёпкин Ю.И., Механтьева Л.Е. Комплексная оценка условий трудового процесса сотрудников испытательных лабораторных центров. Гигиена и санитария. 2018; 97 (8): 721-726.
5. Вершкова Т.И., Ананьев В.Ю. К вопросу оптимизации деятельности ИЛЦ и создания единого испытательного лабораторного центра. В сборнике: Российская гигиена - развивая традиции, устремляемся в будущее: материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. 2017: 99-102.
6. Музыкаева И.В., Журавлева О.В. Внутренний аудит системы менеджмента качества испытательного лабораторного центра. Вести высших учебных заведений Черноземья. 2013; 4 (34): 69-73.
7. Nenakhov I.G., Stepkin Yu.I., Yakimova I.A. Assessment of sensorimotor reactions peculiarities detected in certified test laboratory center staff during their occupational activities. Health Risk Analysis. 2018; 1: 59-65.
8. Ненахов И.Г., Стёпкин Ю.И. Компьютеризация как элемент оптимизации функционального состояния и работоспособности сотрудников испытательных лабораторных центров. Здоровье населения и среда обитания. 2018; 3 (300): 7-10.
9. Ненахов И.Г. Гигиенические перспективы внедрения информационных технологий в деятельность испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». Санитарный врач. 2018; 6: 50-54.
10. Савина М.Н., Денисенко Т.В., Трунова И.Е. Использование автоматизированной информационной системы в работе отделения приема и кодирования проб. Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2012; 3-4 (49-50): 63-66.

References:

1. Nenakhov I.G. The study of the health status of the personnel of the test laboratory center by the express method (according to G.L. Anasenko). Applied informational aspects of medicine. 2018; 21 (4): 70-74.

2. Rakitsky V.N., Sinitskaya T.A., Artyushkina G.I., Chistova Zh.A. Implementation of the principles of good laboratory practice in the testing centers of Rospotrebnadzor. Plant protection and quarantine. 2016; 1: 11-12.
3. Kazakova E.V. The main stages of accreditation of testing laboratory centers. My professional career. 2019 1 (4): 186-191.
4. Nenakhov I.G., Styopkin Yu.I., Mekhantieva L.E. Comprehensive assessment of the working conditions of employees of test laboratory centers. Hygiene and sanitation. 2018; 97 (8): 721-726.
5. Vershkova T.I., Ananyev V.Yu. On the issue of optimizing the activities of the ILC and the creation of a single testing laboratory center. In the collection: Russian hygiene - developing traditions, we are striving for the future materials of the XII All-Russian Congress of Hygienists and Sanitary Doctors. 2017: 99-102.
6. Muzyleva I.V., Zhuravleva O.V. Internal audit of the quality management system of the testing laboratory center. News of higher educational institutions of the Black Earth Region. 2013; 4 (34): 69-73.
7. Nenakhov I.G., Stepkin Yu.I., Yakimova I.A. Assessment of sensorimotor reactions peculiarities detected in certified test laboratory center staff during their occupational activities. Health Risk Analysis. 2018; 1: 59-65.
8. Nenakhov I.G., Styopkin Yu.I. Computerization as an element of optimization of the functional state and performance of employees of test laboratory centers. Public health and habitat. 2018; 3 (300): 7-10.
9. Nenakhov I.G. Hygienic prospects for the introduction of information technology in the activities of the testing laboratory center of the Federal State Health Institution "Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region". Sanitary doctor. 2018; 6: 50-54.
10. Savina M.N., Denisenko T.V., Trunova I.E. Using an automated information system in the work of the department for receiving and coding samples. Health. Medical ecology. The science. 2012; 3-4 (49-50): 63-66.

Поступила/Received: 05.03.2020

Принята в печать/Accepted: 12.05.2020

УДК 613.6.02:613.62

ПРИОРИТЕТНЫЕ ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Красавина Е.К.

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

Исследование ведущих патогенетических факторов развития аллергической патологии кожи является актуальным. Исследование факторов риска развития аллергопатологии кожи на крупном деревообрабатывающем комбинате с использованием гигиенических, клинических, статистических методов выявило ведущую роль химического фактора, на основании чего будет предложена гигиеническая модель для профилактики данной патологии.

Ключевые слова: химический фактор производственной среды, аллергические заболевания кожи.

Для цитирования: Красавина Е.К. ПРИОРИТЕТНЫЕ ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ. Медицина труда и экология человека. 2020: 2:15-19

Для корреспонденции: Красавина Евгения Константиновна, старший научный сотрудник ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, к.м.н., e-mail: krasavsegda.05@bk.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10202>

PRIORITY HARMFUL FACTORS OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT IN THE CONDITIONS OF A WOODWORKING ENTERPRISE

Krasavina E. K.

FBIS «Federal scientific center of hygiene. F. F. Erisman» Rospotrebnadzor, Mytishchi, Russia

The study of the leading pathogenetic factors in the development of allergic skin pathology is relevant. The study of risk factors for developing skin allergopathology at a large woodworking plant, using hygienic, clinical, and statistical methods, has revealed the leading role of the chemical factor, on the basis of which a hygienic model for the prevention of this pathology will be proposed.

Keywords: chemical factor of the production environment, allergic skin diseases.

For citation: Krasavina E.K. PRIORITY HARMFUL FACTORS OF THE PRODUCTION ENVIRONMENT IN THE CONDITIONS OF A WOODWORKING ENTERPRISE. Occupational Health and Human Ecology. 2020: 2:15-19.

For correspondence: Evgenia K. Krasavina, Senior Researcher, FBUN the Erisman Federal Research of Rospotrebnadzor, MD, Ph.D., e-mail: krasavsegda.05@bk.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10202>

Профессиональные и профессионально обусловленные заболевания кожи оказывают выраженное, зачастую негативное, влияние на работоспособность и качество жизни значительной части трудоспособного населения. Данные болезни кожи имеют плохой прогноз для выздоровления, их рецидивирующий характер приводит к учащению случаев временной потери трудоспособности, что негативно сказывается на профессиональном, бытовом, психологическом, финансовом уровне жизни трудящихся. В связи с этим профессиональные дерматозы являются значимыми заболеваниями, как с индивидуальной, так и с социальной точки зрения. Уровень регистрируемой профессиональной патологии кожи на протяжении последнего десятилетия неустанно снижается в различных регионах РФ. Несмотря на это истинная распространенность данной патологии кожи, по мнению многих авторов, выше регистрируемой, вплоть до 30-50 раз [1-4].

Современное производство – это сложный, многокомпонентный и технологически разнообразный процесс. На каждом его этапе присутствует значительное количество производственных факторов, воздействующих на работников предприятия. Опираясь на данные официальной статистики за 2018 г., можно сказать, что удельный вес химических факторов (интоксикаций) в возникновении профессиональной патологии составляет 6,03%, а воздействие аллергических веществ – 1,5%. Возникновению острой профессиональной патологии способствовало в 25,0% случаев пренебрежение средствами индивидуальной защиты, в 14,29% - нарушение последовательностей технологических процессов, а нарушение правил техники безопасности приводило к заболеванию в 10,71%. Кроме этого, частой причиной хронической патологии являлось несовершенство технологий (52,04% случаев) и конструктивных недостатков средств производства (38,22%)¹[2,4].

В связи с этим проведение гигиенических исследований воздействия вредных факторов производственной среды на здоровье рабочих с уточнением патогенеза развития аллергических заболеваний кожи химической этиологии необходимо для разработки комплекса профилактических и реабилитационных мероприятий для больных аллергодерматозами химической этиологии и является актуальным и перспективным направлением [1-4].

Целью работы является выявление приоритетных вредных факторов производственной среды, способствующих развитию профессиональной и профессионально обусловленной патологии кожи у работающих на крупном деревообрабатывающем комбинате древесностружечных плит.

Задачи исследования – провести комплексную гигиеническую оценку условий труда работающих в контакте с химическими производственными веществами для выявления основных неблагоприятных производственных факторов, а также изучить дерматологическую заболеваемость и выявить ведущие нозологические формы дерматозов у работающих в контакте с химическими веществами.

Материалы и методы: для решения поставленных задач применен комплекс современных гигиенических, клинических и статистических методов исследования.

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году:

Объектом исследования явились рабочие крупного деревообрабатывающего комбината древесных плит – 148 человек, 110 мужчин и 38 женщин в возрасте от 19 до 64 лет, со стажем работы от 2 до 32 лет.

Гигиенические методы исследований включали в себя оценку условий труда рабочих с выявлением этиологических факторов, приведших к возникновению аллергического заболевания кожи химической этиологии. При гигиенической оценке условий труда использованы действующие нормативно-методические документы: Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»². В качестве статистической обработки материала использовался метод корреляционного анализа, коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Углубленное клиническое обследование включало изучение анамнеза заболеваний кожи и аллергоанамнеза, жалоб, результатов объективного обследования кожных покровов.

Объектом исследования явились рабочие различных специальностей производства древесностружечных плит. В ходе исследования было выявлено, что на деревообрабатывающем предприятии имеет место комплексное воздействие на организм работающих ряда неблагоприятных производственных факторов. Помимо химического фактора на организм рабочих воздействуют древесная пыль и шум. Однако химический фактор (содержание формальдегида в воздухе рабочей зоны) является ведущим для формирования дерматологической патологии. Об этом свидетельствует превышение концентрации формальдегида, составляющее до 2 ПДК ($0,5 \text{ мг/м}^3$) на большинстве рабочих мест, что соответствует классу 3.1 вредности условий труда, и превышение в 3,7 раза в реакторном отделении - класс 3.2 вредности. Выявлена сильная прямая корреляционная связь $r = 0,7$ между дерматологической заболеваемостью в определенных цехах деревообрабатывающего производства и уровнем формальдегида в воздухе рабочей зоны этих цехов.

Параметры микроклимата расценены как комфортные (класс 2 - допустимые), с незначительным превышением температурных норм в летний период (свыше 27°C).

Таким образом, при анализе условий труда установлено, что химический фактор является ведущим в возникновении аллергических заболеваний кожи в результате непосредственного и длительного контакта кожных покровов в условиях производства.

Выявленные этиопатогенные химические вещества обладают сенсibiliзирующими, раздражающими свойствами и способны вызывать патологические изменения кожи, что и определило структуру дерматологической заболеваемости.

По данным клинико-функционального обследования рабочих предприятия деревообрабатывающей отрасли, аллергодерматозы химической этиологии выявлены в более чем 40% случаев от всей патологии кожи. Наибольший удельный вес среди патологии кожи принадлежит эпидермозу (31,1% случаев), который в настоящий момент рассматривают как самостоятельную нозологическую форму. Аллергический дерматит выявлен в 4,9%, экзема — 6,6% случаев от всей патологии кожи (рис.).

² 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005)

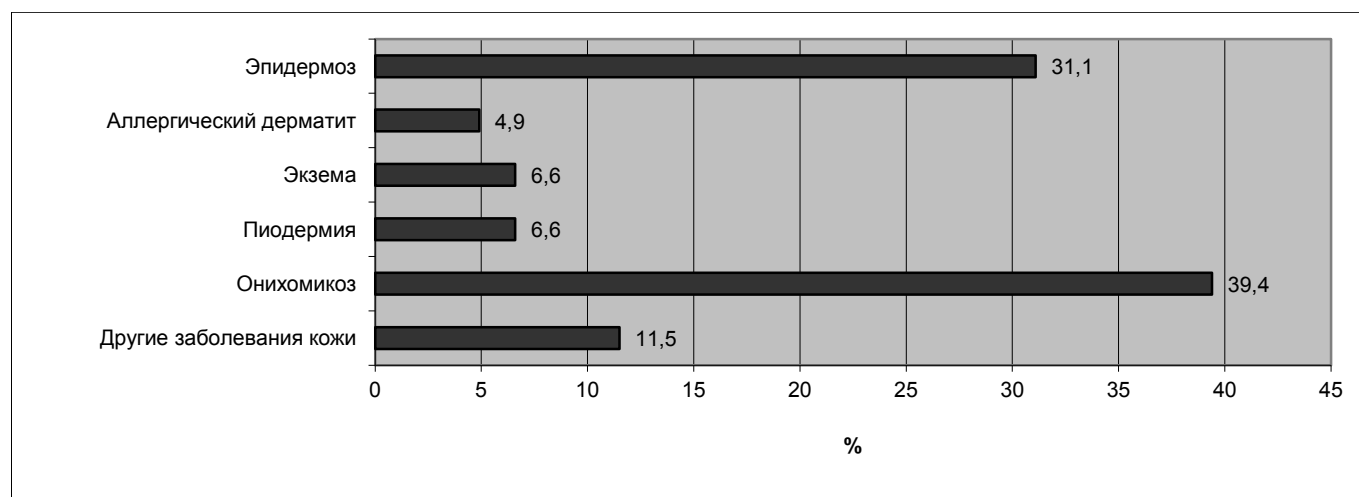


Рис. Выявленная дерматологическая заболеваемость среди рабочих деревообрабатывающего предприятия

Выводы: условия труда работников деревообрабатывающего производства характеризовались комплексным воздействием неблагоприятных факторов с приоритетным воздействием химического фактора: формальдегид до 3,7 ПДК, аммиак до 1 ПДК, малеиновый ангидрид до 1 ПДК; пылевого фактора до 1,6 ПДК; шума до 82 дБА, что в совокупности определило класс вредности условий труда как 3.1-3.2.

Выявлена сильная прямая корреляционная связь между дерматологической заболеваемостью и уровнем формальдегида в воздухе рабочей зоны, $r = 0,7$.

В структуре дерматологической заболеваемости от воздействия химических веществ на крупном деревообрабатывающем предприятии эпидермоз составляет 31,1%, экзема - 6,6%, аллергический дерматит - 4,9% от всей выявленной патологии кожи.

Выявленные показатели дерматологической заболеваемости на деревообрабатывающем предприятии согласуются с данными современных авторов, указывающих на преобладание аллергической патологии и профессиональных стигм у рабочих крупных предприятий, где химический фактор является ведущим среди вредных факторов производственной среды [1-5].

Полученные данные свидетельствуют о необходимости разработки комплекса профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на предупреждение развития аллергической патологии кожи у работающих в условиях воздействия комплекса вредных факторов производственной среды, в том числе химического.

Список литературы:

1. Бодиенкова Г.М., Рукавишников В.С., Ушакова О.В. Актуальные вопросы профессиональной аллергопатологии в современный период. Медицина труда и промышленная экология, 2010; 1:11-14.
2. Измерова Н.И., Кузьмина Л.П., Чистова И.Я., Ивченко Е.В., Цидильниковская Э.С., Коляскина М.М., др. Профессиональные заболевания кожи как социально- экономическая проблема. Медицина труда и промышленная экология, 2013; 7:28-33.
3. Ильиных, М.В. Особенности сочетанной патологии при пылевых заболеваниях легких. Здравоохранение Российской Федерации, 2011; 4: 58.

4. Клепиков, О.В., Мамчик, Н.П., Калашников, Ю.С. Влияние условий труда на состояние здоровья рабочих в тепличном производстве. *Медицина труда и промышленная экология*, 2016; 7: 21-25.
5. Степкин, Ю.И., Камнев, В.И. Особенности профессиональной заболеваемости кожи на предприятиях Воронежской области. *Прикладные информационные аспекты медицины*, 2018; 21(3): 114-117.

References:

1. Bodienkova G.M. Rukavishnikov V.S. Ushakov O.V. Topical issues of professional allergopathology in the modern period. *Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2010; 1: 11-14. (in Russian)
2. Izmerova N.I. Kuzmina L.P. Chistova I.J. Ivchenko E.V. Tsidilnikovskaya E.S. Shlyaskin M.M. et. al. Professional skin disease as a socio-economic problem. *Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2013; 7:28-33. (in Russian)
3. Ilyinykh M.V. The specific features of comorbidity in dust-induced lung diseases. *Public health of the Russian Federation*. 2011; 4: 58. (in Russian)
4. Klepikov O.V. Mamchik N.P. Kalashnikov Y.S. Impact of working conditions on the state of health of workers in greenhouse production. *Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2016; 7: 21-25. (in Russian)
5. Stepkin Yu.I. Kamnev V.I. Peculiarities of professional skin morbidity in enterprises of the Voronezh region. *Applied Information Aspects of Medicine*, 2018; 21(3): 114-117. (in Russian)

Поступила/Received: 10.03.2020

Принята в печать/Accepted: 03.06.2020

УДК 576: 611/612

ОЦЕНКА КЛЕТОЧНОГО ЗВЕНА ИММУННОЙ СИСТЕМЫ РАБОТНИКОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Аликина И.Н., Долгих О.В.

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия

Проведено исследование иммунологических показателей работников магниевого производства предприятия цветной металлургии с установленным диагнозом «артериальная гипертензия (АГ) 1-й степени». Выявлено, что у работников с АГ наблюдается дисбаланс клеточного звена иммунитета: высокий уровень абсолютного содержания активированных Т-лимфоцитов, экспрессирующих CD95⁺; увеличение абсолютного уровня Treg-клеток – CD127, содержания Т-лимфоцитов хелперов – CD3⁺CD4⁺ и абсолютного содержания В-лимфоцитарного фенотипа CD3⁺CD19⁺, а также дефицит внутриклеточного белка p53, выполняющего роль онкосупрессора.

Ключевые слова: иммунный статус, артериальная гипертензия, онкосупрессор p53.

Для цитирования: Аликина И.Н., Долгих О.В. ОЦЕНКА КЛЕТОЧНОГО ЗВЕНА ИММУННОЙ СИСТЕМЫ РАБОТНИКОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ. Медицина труда и экология человека. 2020: 2:20-24

Для корреспонденции: Аликина Инга Николаевна, младший научный сотрудник лаборатории клеточных методов диагностики отдела иммунобиологических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, e-mail: 27konti72@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10203>

ASSESSMENT OF CELL LINK OF THE IMMUNE SYSTEM OF WORKERS WITH ARTERIAL HYPERTENSION

Alikina I.N., Dolgikh O.V.

Federal Budget Science Institution Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russia

A study of immunological indicators of the workers occupied in magnesium production of the non-ferrous metallurgy company with diagnosed arterial hypertension (AG) of the 1st degree was carried out. It was found that in the workers with AG an imbalance of the cellular link of immunity presents: a high level of absolute content of activated T-lymphocytes, expressing CD95⁺; absolute level increase of Treg-cells – CD127, content of T-lymphocytes' helpers - CD3⁺CD4⁺ and absolute content of B-lymphocytic phenotype CD3⁺CD19⁺, as well as the deficit of the intracellular protein p53, acting as tumor suppressor.

Key words: immune status, arterial hypertension, p53 tumor suppressor.

For citation: Alikina I.N., Dolgikh O.V. ASSESSMENT OF CELL LINK OF THE IMMUNE SYSTEM OF WORKERS WITH ARTERIAL HYPERTENSION. Occupational Health and Human Ecology. 2020: 2:20-24

For correspondence: Inga N. Alikina, Junior Researcher, Laboratory of Cellular Diagnostic Methods, Department of Immunobiological Diagnostic Methods, Federal Research Center for Medical and Prophylactic Technologies for Public Health Risk Management, Rospotrebnadzor Perm, e-mail: 27konti72@mail.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10203>

В настоящее время такое социально значимое заболевание, как артериальная гипертензия (АГ) является наиболее распространенной причиной летальности в мире, что обуславливает высокую актуальность изучения ее патогенеза. В работах ряда авторов выявлена ассоциация АГ с высоким риском развития онкопатологий [1]. Известно, что АГ является многофакторным полигенным заболеванием, обусловленным сочетанным действием факторов риска самого пациента (питание, образ жизни, вредные привычки), окружающей среды и наследственной предрасположенности [2].

Конец XX в. ознаменовался не только интенсивным развитием фундаментальных положений об АГ, но и критическим пересмотром ряда положений о причинах, механизмах развития и лечения этого заболевания [3]. Одним из перспективных и пока недостаточно разработанных направлений изучения артериальной гипертензии стало исследование иммунной системы [4].

Проблема иммунной дисфункции в современной физиологии и патофизиологии обусловлена воспалением сосудистой стенки с развитием атеротромботических осложнений [5]. Важную роль в развитии сердечно-сосудистых осложнений играет дисбаланс в популяции лимфоцитов с выделением провоспалительных цитокинов, способствующих развитию воспаления эндотелия путем активации эндотелиоцитов, макрофагов, стимуляции выработки свободных радикалов, протеолитических ферментов и значительного повышения коагуляционной активности. Изучение состояния иммунной системы при АГ заслуживает пристального внимания в связи с тем, что иммунная дисфункция выступает как ранний признак нарушения функции эндотелия [6,7]. Поэтому поиск механизмов, определяющих взаимосвязь развития АГ с иммунитетом человека, является актуальной и приоритетной задачей научных исследований.

Целью данного исследования является изучение показателей клеточного звена иммунитета у работников, больных артериальной гипертензией.

Материал и методы исследования

Обследовали 110 работников магниевого производства (Пермский край). Группу наблюдения составили мужчины-работники (n=50) с установленным диагнозом АГ 1-2-й степеней в возрасте от 25 до 49 лет. В группу сравнения были включены условно здоровые мужчины-работники без клинических проявлений АГ (n=60) в возрасте от 24 до 47 лет. Группы были сопоставимы по возрасту, стажу и месту работы (работники одного предприятия).

У всех обследуемых был изучен иммунный статус. Исследование включало определение относительного и абсолютного количества следующих субпопуляций лимфоцитов: Т-лимфоциты – хелперы (h) (CD3⁺CD4⁺), В-лимфоциты (CD3⁻CD19⁺), активированные Т-лимфоциты (CD3⁺CD95⁺), Т-регуляторные лимфоциты (Treg) (CD4⁺CD25⁺CD127⁻) – методом проточной цитометрии на

проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuestPrO.

Определение уровня экспрессии белков, контролирующих процессы апоптоза, – Вах, Bcl-2, p53 проводили с использованием соответствующих моноклональных антител (МКАТ) («ВС», USA) и одновременным проведением процедуры отрицательного изотипического контроля.

Для качественного осуществления статистического анализа данных обработка материала проводилась с использованием программы Microsoft® Office Excel 2003 и пакета прикладных программ Statistica 6.0. (StatSoft, USA). Результаты исследования иммунного статуса представлены в таблицах в виде средней арифметической и ее стандартной ошибки ($M \pm m$). Достоверность различий между группами оценивали по критерию Стьюдента для непарных данных. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

При изучении иммунного статуса установлено, что у работников группы наблюдения выявлено увеличение абсолютного содержания Th – $CD3^+CD4^+$, а также повышение абсолютного содержания активированных Т-лимфоцитов, экспрессирующих молекулу $CD95^+$, – маркера активации и готовности клетки к вступлению в апоптоз (табл.).

Таблица

Показатели иммунного статуса у мужчин с артериальной гипертензией

Показатель	Группа наблюдения (n=50)	Группа сравнения (n=60)
Лейкоциты, отн., %	6,74±1,08	6,69±0,56
Лимфоциты, %	36,00±3,10	31,50±1,43
Лимфоциты, абс., $10^9/дм^3$	2,51±0,51	2,03±0,14
Т-хелперы ($CD3^+CD4^+$), %	34,40±2,71	29,90±0,94
Т-хелперы ($CD3^+CD4^+$), абс., $10^9/дм^3$	0,83±0,16*	0,61±0,05
Цитотоксические Т-лимфоциты ($CD3^+CD8^+$), %	27,20±4,92	28,90±1,81
Цитотоксические Т-лимфоциты ($CD3^+CD8^+$), абс., $10^9/дм^3$	0,72±0,24	0,57±0,04
В-лимфоциты ($CD3^-CD19^+$), %	12,20±0,96	10,80±0,69
В-лимфоциты ($CD3^-CD19^+$), абс., $10^9/дм^3$	0,29±0,04*	0,22±0,02
Активированные Т-лимфоциты ($CD3^+CD95^+$), %	16,80±2,68	16,70±0,83
Активированные Т-лимфоциты ($CD3^+CD95^+$), абс., $10^9/дм^3$	0,38±0,06*	0,33±0,02
Treg ($CD4^+CD25^+CD127^-$), отн., %	1,66±0,56	0,78±0,14
Treg ($CD4^+CD25^+CD127^-$), абс., $10^9/дм^3$	0,007±0,003*	0,002±0,001
p53, %	0,76±0,23*	1,05±0,10
Bcl-2, %	3,30±1,21	5,66±0,92
Bax, %	4,70±0,84	9,44±1,27

Примечание: * – статистически достоверное различие с группой сравнения по непарному критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

Активация Т-клеточного звена иммунитета сопровождается увеличением абсолютного содержания $CD4^+CD25^+CD127^-$ – супрессоров иммунного ответа, вызывающих анергию эффекторов цитотоксического иммунного ответа и развитие периферической толерантности. Помимо этого, в группе наблюдения у мужчин с АГ было выявлено увеличение абсолютного содержания В-лимфоцитов $CD3^+CD19^+$, что свидетельствует об активации В-клеточного звена иммунитета (табл.).

У больных АГ мужчин выявлено снижение внутриклеточного содержания белка p53, тогда как количество белков – Bcl-2, Bax, участвующих в апоптозе, достоверно не изменялось (табл.).

Полученные результаты позволяют предположить, что ассоциация развития АГ может быть связана общими механизмами, в основе которых лежит изменение иммунного статуса.

Заключение

Таким образом, полученные результаты позволили установить определенные отклонения в иммунной системе работников магниевого производства с установленным диагнозом артериальной гипертензией, которые выражены в изменениях клеточного звена иммунитета, а именно в повышении активационного маркера $CD95^+$; увеличении уровня регуляторных клеток $CD127^-$, содержания Т-хелперов $CD3^+CD4^+$, В-лимфоцитов $CD3^+CD19^+$ и снижении внутриклеточного белка p53.

Повышение количества Т-регуляторных лимфоцитов и дефицит внутриклеточного содержания онкосупрессорного белка p53 могут служить критерием для обоснования необходимости углубленного обследования с целью ранней диагностики онкологической патологии, артериальной гипертензии и успешности их лечения.

Список литературы:

1. Постнов Ю.В. О новом этапе в развитии мембранной концепции патогенеза первичной гипертензии: роль клеточных онкогенов в генезе мембранных нарушений. Архив патологии. 1989.521(11):5-12.
2. Пахомя Н.С., Урясьев О.М., Шаханов А.В. Роль полиморфизмов некоторых генов в реализации артериальной гипертензии. Земский врач. 2014; 3-4 (24):21-24.
3. Агеев Ф.Т., Овчинников А.Г., Мареев В.Ю., Беленков Ю.Н. Эндотелиальная дисфункция и сердечная недостаточность: патогенетическая связь и возможности терапии ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента. Consilium medicum. Сердечная недостаточность. 2001; 3 (2): 61-63.
4. Покровский Е.А. Атеросклероз и иммунная система. Кардиология. 2001; 10: 69–73.
5. Туев А.В., Некрутенко Л.А. Артериальная гипертензия: проблемы тромбофилии, эндотелиальная дисфункция, метаболическое обеспечение, оптимизация лечения. Под ред. А. Зебзеевой. М.: 2001; 50–57.
6. Покровский Е.А. Атеросклероз и иммунная система. Кардиология 2001; 10: 69-73.
7. Творогова М.Г., Кошечкин В.А., Жуковский Г.С. Распространенность артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца при различных типах дислипидемии среди мужчин 20-59 лет. Кардиология.1996; 9:9–15.

References:

1. Postnov Yu.V. About a new stage in the development of the membrane concept of the pathogenesis of primary hypertension: the role of cell oncogenes in the genesis of membrane disorders. Pathology Archive. 1989; 521 (11): 5-12.
2. Pakhomya N.S., Uryasyev O.M., Shakhanov A.V. The role of polymorphisms of certain genes in the implementation of arterial hypertension. Zemsky Doctor. 2014; 3-4 (24): 21-24.
3. Ageev F.T., Ovchinnikov A.G., Mareev V.Yu., Belenkov Yu.N. Endothelial dysfunction and heart failure: pathogenetic relationship and treatment options with angiotensin converting enzyme inhibitors. Consilium medicum. Heart failure. 2001; 3 (2): 61-63.
4. Pokrovsky EA Atherosclerosis and the immune system. Cardiology 2001; 10: 69–73.
5. Tuev A.V., Nekrutenko L.A. Arterial hypertension: problems of thrombophilia, endothelial dysfunction, metabolic provision, treatment optimization. Ed. A. Zebzeeva. M.: Hello 2001; 50-57.
6. Pokrovsky EA Atherosclerosis and the immune system. Cardiology 2001; 10: 69-73.
7. Tvorogova M.G., Koshechkin V.A., Zhukovsky G.S. The prevalence of arterial hypertension and coronary heart disease in various types of dyslipidemia among men aged 20-59. Cardiology. 1996; 9: 9–15.

Поступила/Received: 06.03.2020

Принята в печать/Accepted: 08.05.2020

УДК 616.1:576

ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПАТОЛОГИЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Челакова Ю.А., Долгих О.В.

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия

Цель работы – оценка особенностей клеточной регуляции и специфической сенсibilизации у работников нефтехимического предприятия с патологией сердечно-сосудистой системы (ССС). По результатам иммунологических исследований отмечается дефицит экспрессии CD25+, CD95+ лимфоцитов, гиперпродукция Annexin V-FITC+7ADD-негативных клеток, TNFR, p53, bcl-2, bax, фактора роста эндотелия сосудов VEGF, избыточность специфической сенсibilизации организма к бензолу, что характеризует особенности индикаторных показателей иммунного гомеостаза, ассоциированных с формированием нарушений ССС.

Ключевые слова: клеточная регуляция, сенсibilизация, нефтехимическое производство, сердечно-сосудистая система, рабочие, бензол.

Для цитирования: Челакова Ю.А., Долгих О.В. ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПАТОЛОГИЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ. Медицина труда и экология человека. 2020: 2:25-30

Для корреспонденции: Челакова Юлия Александровна, младший научный сотрудник ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора г. Пермь, e-mail: oleg@fcrisk.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10204>

FEATURES OF CELL REGULATION AND SPECIFIC HYPERSENSITIVITY OF WORKERS EMPLOYED IN THE PETROCHEMICAL PLANT WITH THE PATHOLOGY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Chelakova Yu.A., Dolgikh O.V.

FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies", Perm, Russia

The scope of the study is to evaluate the characteristics of cell regulation and specific sensitization in workers occupied in the petrochemical enterprise with the pathology of the cardiovascular system. The obtained results of the immunoassay have shown the deficit of expression of CD25+, CD95+ lymphocytes, hyperproduction of Annexin V-FITC+7ADD-negative cells, TNFR, p53, bcl-2, bax, vascular endothelial growth factor (VEGF), redundancy of the body's specific sensitization to benzene, that characterizes the specificities of immune homeostasis indicators associated with the formation of cardiovascular system disorders.

Key words: cell regulation, sensitization, petrochemical production, cardiovascular system, workers, Benzene.

For citation: Chelakova Yu.A., Dolgikh O.V. FEATURES OF CELL REGULATION AND SPECIFIC HYPERSENSITIVITY OF WORKERS EMPLOYED IN THE PETROCHEMICAL PLANT WITH THE PATHOLOGY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:25-30

For correspondence: Julia A. Chelakova, Junior Researcher, FSBI Federal Research Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of the Public Health of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Perm, e-mail: oleg@fcrisk.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10204>

Введение.

Нефтехимическая отрасль является базовым сегментом российской промышленности, закладывая основы ее долгосрочного и стабильного развития и оказывая существенное влияние на экономику страны, при этом стоит отметить, что отрасль является достаточно опасной для здоровья ее работников [1]. К основным заболеваниям у работающих в нефтедобывающей отрасли можно отнести: заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС), нервной системы, органов пищеварения, при этом наибольший вклад в показатели смертности среди работающего населения вносят сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) [2]. Считается, что высокая смертность от заболеваний ССС и ее полиэтиологичность может быть обусловлена воздействием ароматических углеводородов – основных продуктов нефтехимического производства. Самый токсичный из них – бензол. [3]. Установлено, что воздействие бензола приводит к снижению уровня циркулирующих Т- и В-лимфоцитов и торможению пролиферации лимфоцитов. Первой страдает Т-система иммунитета, это связано с тем, что Т-лимфоциты характеризуются наиболее высоким содержанием микросомальных цитохромов Р-450, которые участвуют в биотрансформации ксенобиотиков, в частности бензола [4]. Сохранение профессионального здоровья, профессионального долголетия при помощи современных технологий, снижения уровня заболеваемости и травматизма – одна из основных задач общества, важнейшая функция государства и основа его социальной политики, поскольку экономический подъем государства связан с трудоспособным населением [5].

Целью данной работы является оценка особенностей клеточной регуляции и специфической сенсibilизации у взрослого населения, занятого на нефтехимическом производстве, с патологией сердечно-сосудистой системы.

Материалы и методы.

Производилось углубленное исследование состояния здоровья 171 мужчины, занятого на нефтедобывающем предприятии. В группу наблюдения вошли 115 человек в возрасте $45,74 \pm 0,82$ лет, в анамнезе которых отмечалось наличие ССЗ. В группу контроля вошли 56 пациентов в возрасте $33,62 \pm 0,93$, не имеющие в анамнезе ССЗ.

Для всех пациентов производился химико-аналитический анализ биосред на содержание бензола при помощи метода масс-спектрометрии в соответствии с МУК 4.1.765-99 [6]. Изменение

содержания специфического к поллютанту (бензолу) иммуноглобулина класса G (IgG) определяли в аллергосорбентном тесте с ферментной меткой.

Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD25+, CD95+) выполняли методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам. Определение уровня экспрессии к фактору некроза опухоли TNFR, белка Bcl-2, Вах, внутриклеточного маркера апоптоза p53 проводили с использованием соответствующих МКАТ. Регистрацию апоптоза лимфоцитов осуществляли методом, основанным на определении экспрессии на наружной мембране молекул фосфатидилсерина с помощью аннексина V, конъюгированного с FITC (Annexin V-FITC), и фрагментации ДНК с помощью витального красителя 7-AAD (7-amino-actinomycin D).

Фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) определяли с помощью иммуноферментного анализа.

Для статистической обработки результатов исследования применялись методы математической статистики с помощью программы Microsoft® Office Excel 2003 и пакета прикладных программ Statistica 6.0. (StatSoft, USA). Статистический анализ данных проводился методами описательной статистики и сравнения выборок с использованием t критерия Стьюдента и U Манна-Уитни. Качественные данные представлены в виде абсолютных или относительных (%) частот, количественные признаки – как $M \pm m$ (среднее арифметическое \pm ошибка среднего). Достоверность отличий между группами считали значимой при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение.

По результатам химико-аналитических исследований на содержание углеводов, характерных для нефтехимического производства, отмечается достоверное превышение референтного уровня содержания бензола в крови как в группе наблюдения, так и в группе сравнения (у 64,8% и 61,4 % соответственно) ($p \leq 0,05$). При этом в группе наблюдения уровень бензола в крови выше, чем в группе сравнения в 1,09 раз ($p \leq 0,05$) (Табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания бензола в крови взрослого населения, занятого на нефтехимическом производстве

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n=115) $M \pm m$	Группа сравнения (n=56) $M \pm m$
Бензол [кровь], мкг/куб.см	0,0	0,000486 \pm 0,000074*/**	0,000445 \pm 0,000116

Примечание: * – разница достоверна относительно референтного интервала ($p \leq 0,05$);

** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p \leq 0,05$).

По результатам иммунологических исследований отмечаются достоверные изменения в показателях CD абсолютных и относительных лимфоцитов. По сравнению с контрольной группой снижается показатель CD25+лимфоцитов, отвечающих за эффективность клеточного ответа (абсолютные ниже в 1,3 раза, относительные ниже в 1,34 раза), при этом у 58,2% мужчин группы наблюдения отмечается снижение показателя по отношению к референтному уровню. Также в обеих группах наблюдается понижение относительно возрастной нормы уровня рецептора клеточной смерти CD95+ абсолютных и относительных лимфоцитов ($p \leq 0,05$), при этом в группе наблюдения имеется более выраженное снижение относительных (ниже в 1,23 раза) и абсолютных (ниже в 1,25 раза) лимфоцитов относительно группы сравнения.

По показателю Annexin V-FITC+7AAD-негативные клетки обе исследуемые группы имели достоверное двукратное превышение верхней границы нормы, при этом в группе наблюдения с заболеваниями ССС данный показатель был выше в 1,2 раза относительно группы сравнения, что указывает на преимущественную гибель клеток по пути апоптоза ($p \leq 0,05$).

По показателю транскрипционного фактора p53 и в группе наблюдения, и в группе сравнения отмечается многократный (в 6,8 раза для группы наблюдения и в 6,7 раза для группы сравнения) рост относительно верхней границы нормы ($p \leq 0,05$). При этом наблюдается превышение данного показателя у группы наблюдения в 1,3 раза относительно группы сравнения ($p \leq 0,05$).

Величина показателя мембранного фактора TNFR обеих групп превышала верхнюю границу нормы в 2,7 раза, при этом значения показателя выше в группе сравнения в 1,01 раза относительно группы наблюдения ($p \leq 0,05$).

Для антиапоптотического фактора, контролирующего агрессию иммунного ответа Vcl-2, отмечается аналогичное увеличение в обеих группах относительно верхней границы нормы ($p \leq 0,05$).

Рецептор апоптоза Вах характеризовался достоверным увеличением в обеих группах относительно верхней границы нормы (в 1,3 раза), при этом в группе наблюдения данный показатель был выше в 1,01 раза относительно группы сравнения ($p \leq 0,05$).

Зафиксирован повышенный в 1,14 раза относительно группы сравнения уровень фактора роста эндотелия сосудов VEGF ($p \leq 0,05$), что в свою очередь указывает на формирование сосудистых нарушений (табл. 2).

Таблица 2

**Иммунологические показатели взрослого населения,
занятого на нефтехимическом производстве**

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n=115) M±m	Группа сравнения (n=56) M±m
CD3+CD25+лимфоциты, отн., %	13-24	11,509±2,294*/**	15,409±3,879
CD3+CD25+лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,19-0,56	0,253±0,055**	0,330±0,094
CD3 ⁺ CD95 ⁺ -лимфоциты, отн., %	39-49	21,745±3,283*/**	26,727±5,261
CD3 ⁺ CD95 ⁺ -лимфоциты, абс., $10^9/\text{дм}^3$	0,63-0,97	0,450±0,07*/**	0,562±0,125
Annexin V-FITC+7AAD негат. клетки, %	1,5-2,5	4,912±1,669*/**	4,288±1,872
p53, %	1,2-1,8	12,265±1,913*/**	12,095±3,448
TNFR, %	1-1,5	4,099±1,036*/**	4,157±1,72
Vcl-2, %	1-1,5	2,469±0,992*	2,955±1,213
Вах, %	5-9	12,265±1,913*/**	12,095±3,448
VEGF, пг/мл	10-700	208,048±35,685**	182,462±49,02

Примечание: * – разница достоверна относительно референтного интервала ($p \leq 0,05$);

** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p \leq 0,05$).

Одновременно у 45,2% взрослого населения группы наблюдения выявлен повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень специфической сенсибилизации организма к бензолу по критерию иммуноглобулина класса G. Также в 1,1 раза достоверно повышен уровень

специфической сенсибилизации к бензолу по критерию IgG по отношению к группе сравнения ($p \leq 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3

Специфическая сенсибилизация взрослого населения, занятого на нефтехимическом производстве

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n=115) M±m	Группа сравнения (n=56) M±m
IgG _{спец.} к бензолу, у.е.	0-0,15	0,177±0,027*/**	0,163±0,036

Примечание: * – разница достоверна относительно референтного интервала ($p \leq 0,05$),

** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p \leq 0,05$).

Достоверные изменения показателей клеточной регуляции и процессов сенсибилизации с одновременной активацией фактора роста эндотелия сосудов формируют особенности иммунологического статуса работающих на нефтехимическом производстве с нарушениями ССС.

Вывод.

Таким образом, у взрослого населения, занятого на нефтехимическом производстве, были выявлены нарушения клеточного звена иммунитета, выражающиеся в понижении уровня CD25+, CD95+ лимфоцитов, увеличении показателей Annexin V-FITC+7ADD-негативных клеток, TNFR, p53, bcl-2, bax. Отмечается повышение специфической гиперчувствительности организма, а также фактора роста эндотелия сосудов VEGF, что в свою очередь характеризует изменения индикаторных показателей иммунного гомеостаза и отвечает за формирование нарушений ССС.

Список литературы:

1. Каримова Л.Р., Гимаева З.Ф., Капцов В.А., и др. Оценка риска здоровью работников при воздействии комплекса производственных факторов в условиях нефтехимических производств. Здоровье населения и среда обитания. 2017; № 3 (288): 30–35.
2. Шамсияхметова Г.И. Профессиональные заболевания на предприятиях нефтяной промышленности. Молодой ученый. 2016; № 16: 460–463.
3. Байдина А.С., Носов А.Е., Алексеев В.Б. Факторы риска метаболического синдрома у работников нефтедобывающего предприятия. Экология человека. 2013; № 12: 44–47.
4. Ward J.B., Hastings D.A., Whorton E.B., et.al. Mutant lymphocyte frequencies in workers in petrochemical plant. Environ. and Mol. Mutagenes. 1997; Vol.28. № 29: 55.
5. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. 254 с.
6. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. МУК 4.1.3230–14. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/495856222> (accessed 13 January 2020).

References:

1. Karimova L.R., Gimaeva Z.F., Kapsov V.A., i dr. Otsenka riska zdorov'yu rabotnikov pri vozdeystvii kompleksa proizvodstvennykh faktorov v usloviyakh neftekhimicheskikh proizvodstv [Assessment of

- risk for health hazard in petrochemical production workers exposed to chemical factor]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017. no. 3 (288). PP. 30–35. (In Russ)
2. Shamsiakhmetova G.I. Professional'nye zabolevaniya na predpriyatiyakh neftyanoy promyshlennosti [Occupational diseases in the oil industry]. *Molodoy uchenyy*. 2016. no. 16. PP. 460–463. (In Russ)
 3. Baydina A.S., Nosov A.E., Alekseev V.B. Faktory riska metabolicheskogo sindroma u rabotnikov neftedobывayushchego predpriyatiya [Metabolic syndrome risk factors among oil production enterprise employees]. *Ekologiya cheloveka*. 2013. no. 12. PP. 44–47. (In Russ)
 4. Ward J.B., Hastings D.A., Whorton E.B., et.al. Mutant lymphocyte frequencies in workers in petrochemical plant. *Environ. and Mol. Mutagenes*. 1997. Vol.28. no. 29. PP. 55.
 5. O sanitarno-epidemiologicheskoy obstanovke v Rossiyskoy Federatsii v 2018 godu: Gosudarstvennyy doklad [On the sanitary and epidemiological situation in the Russian Federation in 2018: State report.]. M.: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2019. 254 p. (In Russ)
 6. Izmerenie massovykh kontsentratsiy khimicheskikh elementov v biosredakh (krov', mocha) metodom mass-spektrometrii s induktivno svyazannoy plazmoy [Measurement of mass concentrations of chemical elements in biological media (blood, urine) by inductively coupled plasma mass spectrometry]. MUK 4.1.3230–14. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/495856222> (accessed 13 January 2020). (In Russ)

Поступила/Received: 06.03.2020

Принята в печать/Accepted: 22.05.2020

УДК 616-084:612-015

РОЛЬ ЭНДОТЕЛИНА-1 В РАЗВИТИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА

Умнягина И.А., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Трошин В.В., Иванова Ю.В.

ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, Нижний Новгород,
Россия

Цель работы – выявить особенности изменения в сыворотке крови эндотелина-1 у лиц, работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов (производственного шума и промышленных аэрозолей), и установить взаимосвязь уровня эндотелина-1 с уровнем артериального давления. Обследовано 87 работников одного из металлургических заводов Нижегородской области. Выявлено влияние вредных производственных факторов на уровни эндотелина-1 и артериального давления. Повышенный уровень эндотелина-1 в сыворотке крови у лиц с нормальным и высоким нормальным артериальным давлением можно рассматривать как потенциальный маркер риска развития артериальной гипертензии. У лиц, страдающих артериальной гипертензией, повышенный уровень эндотелина-1 может свидетельствовать об увеличении риска развития осложнений данного заболевания.

Ключевые слова: вредные производственные факторы, эндотелин-1, артериальное давление.

Для цитирования: Умнягина И.А., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Трошин В.В., Иванова Ю.В. РОЛЬ ЭНДОТЕЛИНА-1 В РАЗВИТИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:31-36

Для корреспонденции: Трошин Вячеслав Владимирович, заведующий клиническим отделом ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора, к.м.н., e-mail: vecheslavl@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10205>

ROLE OF ENDOTELIN-1 IN THE DEVELOPMENT OF ARTERIAL HYPERTENSION IN EMPLOYEES WORKING UNDER HARMFUL CONDITIONS

Umnyagina I.A., Blinova T.V., Strakhova L.A., Troshin V.V., Ivanova YU.V.

FBSI "Nizhny Novgorod research institute for hygiene and occupational pathology", Rosпотребнадзор,
Nizhny Novgorod, Russian Federation

The study aims to identify the peculiarities of changes in the blood serum of endothelin-1 in people working under the influence of harmful production factors (occupational noise and industrial aerosols) and to establish the relationship between the level of endothelin-1 and the level of blood pressure. Eighty-seven workers of a Nizhny Novgorod metallurgical plant were examined. The study revealed the effect of harmful production factors on the levels of endothelin-1 and blood pressure. Elevated serum endothelin-1 levels in individuals with normal and high normal blood pressure can be considered as a potential marker of the risk of developing hypertension. In people suffering from arterial hypertension, an elevated level of endothelin-1 may indicate an increased risk of developing complications of this disease.

Keywords: harmful production factors, endothelin-1, blood pressure.

For citation: Umnyagina I.A., Blinova T.V., Strakhova L.A., Troshin V.V., Ivanova Yu.V. ROLE OF ENDOTELIN-1 IN THE DEVELOPMENT OF ARTERIAL HYPERTENSION IN EMPLOYEES WORKING UNDER HARMFUL CONDITIONS. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:31-36

For correspondence: Vyacheslav V. Troshin, Head of the Clinical Department of the Federal State Budget Scientific Research Institute of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, MD, PhD, e-mail: vecheslavl@yandex.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10205>

В последние годы внимание исследователей обращено на поиск биохимических маркеров, свидетельствующих о риске раннего развития сердечно-сосудистой патологии у лиц трудоспособного возраста. Факторами риска развития сердечно-сосудистой патологии являются курение, избыточная масса тела, недостаточная физическая активность, артериальное давление (АД), семейная предрасположенность [1]. Немаловажную роль играет влияние вредных факторов производственной среды [2, 3]. Мониторинг состояния здоровья работающих, своевременное проведение профилактических мероприятий с целью предотвращения развития профессиональной и производственно обусловленной патологии является крайне важным для продления их трудовой деятельности и увеличения продолжительности жизни. Одной из основных причин потери трудоспособности является артериальная гипертензия (АГ) и ее осложнения [4]. Патогенетические механизмы развития АГ на ранних этапах, особенно у лиц молодого возраста, работающих во вредных условиях труда, изучены недостаточно. Вредные производственные факторы, такие как шум, вибрация, промышленные аэрозоли, химические вещества органической и неорганической природы косвенно через различные регуляторные механизмы или путем прямого воздействия могут оказывать негативное влияние на эндотелий сосудов и способствовать развитию эндотелиальной дисфункции. В этом направлении представляет интерес исследование состояния сосудистого эндотелия и одного из его маркеров - эндотелина-1 (ЭТ-1), который принимает участие во многих физиологических и патологических процессах организма, выделяется в кровь при активации и повреждении эндотелия сосудов и играет немаловажную роль в развитии сердечно-сосудистой патологии [5].

Цель исследования – выявить особенности изменения в сыворотке крови эндотелина-1 у лиц, работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов, и установить взаимосвязь уровня эндотелина-1 с уровнем артериального давления.

Материалы и методы

Обследовано 87 работников одного из металлургических заводов Нижегородской области - мужчины в возрасте от 25 до 51 года. Стаж работы на данном производстве колебался от 2 до 10 лет. Работники проходили углубленный периодический медицинский осмотр в консультативной поликлинике ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора. В зависимости от вида и характера вредных производственных факторов обследуемые были разделены на 2 группы: 1-я группа (32 человека в возрасте $38,6 \pm 8,3$ лет) подвергалась воздействию производственного шума; 2-я группа (55 человек в возрасте $39,1 \pm 9,5$ лет) контактировала с промышленными сварочными и кремнийсодержащими

аэрозолями. Оценка труда проводилась в соответствии с ФЗ № 426 от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда». Согласно данной оценке, уровень производственного шума на рабочем месте был выше предельно допустимого (более 80 дБА). Концентрация аэрозоля в воздухе рабочей зоны, по материалам специальной оценки, непостоянно превышала предельно допустимые концентрации и находилась в пределах, соответствующих классу условий труда 3.1. Группу сравнения (3-я группа) составили мужчины (31 человек в возрасте $43,3 \pm 9,6$ лет), которые в своей деятельности не подвергались воздействию вредных производственных факторов - работники рекламного агентства, водители-монтажники, менеджеры, занимающиеся размещением наружной рекламы в городе и области. По возрасту группы обследуемых не различались ($p > 0,05$).

Концентрацию ЭТ-1 в сыворотке крови определяли с помощью набора реагентов для иммуноферментного анализа «Endotelin (1-21)» фирмы «Biomedica Medizinprodukte GmbH & Co KG» (Австрия). Оценка уровней АД проводилась согласно «Клиническим рекомендациям по диагностике и лечению артериальной гипертензии»: оптимальное - систолическое АД < 120 мм рт. ст. и диастолическое АД < 80 мм рт. ст.; нормальное и высокое нормальное - 120–139 мм рт. ст. и 80-89 мм рт. ст.; высокое – 140 мм рт. ст. и более и 90 мм рт. ст. и более [6]. Статистическая обработка результатов выполнена с использованием программы «Statistica 6.1». Данные представлены как Med \pm IQR (25 – 75%). Достоверность между группами рассчитывалась методом Манна-Уитни. При нормальном распределении признаков данные представлены в виде средней $M \pm \sigma$, достоверность оценивалась по критерию Стьюдента. Критический уровень значимости результатов исследования принимался при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждения

При оценке уровней АД и ЭТ-1 у всех обследуемых вне зависимости от условий труда выявлено, что с повышением величины артериального давления наблюдалось увеличение концентрации ЭТ-1 в сыворотке крови. При оптимальном давлении концентрация ЭТ-1 в сыворотке крови была наименьшей и достоверно отличалась от уровня ЭТ-1 при более высоких значениях АД ($p_{1-2} = 0,043$; $p_{1-3} = 0,02$) (табл. 1).

Таблица 1

Концентрация ЭТ-1 (Med \pm IQR (25–75%)) в сыворотке крови у работающих в зависимости от уровня АД

	Величина АД мм рт. ст.			
	(n=118)			
	< 120 / < 80 (n=11)	120-139 / 80-89 (n=69)	140 / 90 и более (n=38)	p
Концентрация ЭТ-1 (пг/мл)	2,88 (2,18-3,60)	3,24 (2,64-6,60)	4,69 (3,02-15,21)	$p_{1-2} = 0,043$ $p_{1-3} = 0,02$ $p_{2-3} = 0,09$

Примечание: p - достоверность различий в концентрациях ЭТ-1.

Данные распределения различных уровней ЭТ-1 и АД в группах обследуемых в зависимости от влияния вредных производственных факторов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Концентрация ЭТ-1 (Med±IQR (25–75%)) и частота выявления уровней ЭТ-1 и АД (%) у работающих в разных условиях труда

	1-я группа (n=32)	2-я группа (n=55)	3-я группа (n=31)	p
Концентрация ЭТ-1 (пг/мл)	3,0 (2,36 - 7,2)	3,21 (2,57 - 6,78)	1,5 (1,04 – 1,8)	$p_{1-3} = 0,0006$ $p_{2-3} = 0,0007$ $p_{1-2} = 0,23$
Уровни ЭТ-1	Частота выявления уровней ЭТ-1 (%)			
3,50 пг/мл и менее	64,2	69,0	88,0	
3,51–12,0 пг/мл	21,6	19,0	12,0	
Более 12,0 пг/мл	14,2	12,0	0	
Уровни АД (мм рт. ст.)	Частота выявления уровней АД (%)			
< 120 / < 80	3,2	14,5	6,5	
120–139 / 80-89	68,7	54,6	54,8	
140 / 90 и более	28,1	30,9	38,7	

Примечание: p - достоверность различий в концентрациях ЭТ-1 между группами работающих.

Как следует из полученных результатов, не было выявлено различий в концентрации ЭТ-1 в сыворотке крови между группами работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов ($p_{1-2} = 0,23$). Однако наблюдались достоверные различия в содержании ЭТ-1 в сыворотке крови работающих, контактирующих с вредными производственными факторами (группы 1 и 2), относительно работающих в условиях отсутствия вредных факторов (группа 3) ($p_{1-3} = 0,0006$; $p_{2-3} = 0,0007$). Содержание ЭТ-1 в сыворотке крови у лиц 3-й группы было в 2 раза ниже относительно его уровня в первых двух группах. Анализ частоты различных уровней ЭТ-1 показал, что повышенное содержание ЭТ-1 в сыворотке крови (более 3,5 пг/мл) наблюдалось у более чем 30,0% обследуемых лиц 1-й и 2-й групп и только у 12,0% лиц 3-й группы. Уровень ЭТ-1 более 12,0 пг/мл у работающих этой группы не выявлялся.

Полученные результаты показали, что у всех обследуемых преобладало нормальное и высокое нормальное давление, высокое АД констатировалось в среднем у одной трети

обследуемых. Различия были выявлены только в частоте обнаружения оптимального давления - с наибольшей частотой данный уровень АД определялся у обследуемых 2-й группы (14,8%), с наименьшей - у 1-й группы (3,2%).

Анализ частоты обнаружения повышенной концентрации ЭТ-1 в сыворотке крови работающих выявил некоторые различия в частоте обнаружения повышенного уровня ЭТ-1 (более 3,5 пг/мл) в зависимости от величины АД (табл. 3).

Таблица 3

Частота выявления повышенного уровня ЭТ-1 (%) в сыворотке крови у работающих в разных условиях труда в зависимости от величины АД

	1-я группа (n=32)	2-я группа (n=55)	3-я группа (n=31)
Уровни АД мм рт. ст.	Частота выявления (%) ЭТ-1 в концентрации более 3,5 пг/мл		
< 120 / < 80	0	0	0
120–139 / 80-89	40,9	27,6	11,8
140 / 90 и более	53,3	58,8	16,7

Как следует из полученных результатов, во всех группах при оптимальном АД повышенный уровень ЭТ-1 в сыворотке крови не наблюдался. Обращали на себя внимание лица с нормальным и высоким нормальным уровнем АД: повышенный уровень ЭТ-1 выявлялся у 40,9% обследуемых 1-й группы и 27,6% 2-й группы, в то время как в группе сравнения повышенный уровень ЭТ-1 наблюдался только у 11,8% обследуемых. Следует отметить, что в группе работающих в контакте с промышленными аэрозолями доля лиц с повышенным уровнем ЭТ-1 с ростом уровня АД увеличилась более чем в 2 раза - от 27,8 до 58,8%, у работающих в условиях производственного шума – на 12,4%. Аналогичная тенденция была выявлена и в группе сравнения, однако увеличение частоты повышенного уровня ЭТ-1 с ростом АД было незначительным – на 4,9%.

Выявлена взаимосвязь между величиной ЭТ-1 в сыворотке крови и уровнем АД у работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов. У лиц, работающих во вредных условиях труда, имеющих АД более 120/80, повышенный уровень ЭТ-1 выявлялся в 2-3 раза чаще относительно работающих, не подвергающихся воздействию вредных производственных факторов. Повышенный уровень ЭТ-1 в сыворотке крови у лиц с нормальным и высоким нормальным АД говорит о наличии эндотелиальной дисфункции, которая может привести к повышению АД и развитию АГ. В этом случае ЭТ-1 можно рассматривать как потенциальный маркер риска развития АГ. У лиц, страдающих АГ, повышенный уровень ЭТ-1 может свидетельствовать об увеличении риска развития осложнений АГ.

Список литературы:

1. Муромцева Г.А., Концевая А.В., Константинов В.В., Артамонова Г.В., Гатагонова Т.М., Дупляков Д.В. и соавт. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012-2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014; 3(6): 4-11.
2. Попова А.Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации. Современные проблемы гигиены и медицины труда. Уфа, 22-23 сентября 2015 г. Под ред. А.Ю. Поповой, А.Б.Бакирова. Уфа, 2015; 14-21.
3. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Волгарева А.Д., Обухова М.П. и соавт. Распространенность основных неинфекционных, производственно обусловленных заболеваний у работников нефтедобывающей отрасли. Медицина труда и экология человека. 2016; (1): 5-15.
4. Рабочая группа: Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В. и соавт. Меморандум экспертов Российского кардиологического общества по рекомендациям Европейского общества кардиологов/Европейского общества по артериальной гипертензии по лечению артериальной гипертензии. 2018 г. Российский кардиологический журнал. 2018; 23(12): 131–142.
5. Zhou B.Y., Gao X.Y., Zhao X., Qing P., Zhu C.G., Wu N.Q. et al. Predictive value of big endothelin-1 on outcomes in patients with myocardial infarction younger than 35 years old. Per Med. 2018 Jan; 15(1): 25-33.
6. Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. от имени экспертов. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Системные гипертензии. 2019; 16(1): 6–31.

References:

1. Muromtseva G.A., Kontsevaya A.V., Konstantinov V.V., Artamonova G.V., Gatagonova T.M., Duplyakov D.V. et al. The prevalence of non-infectious diseases risk factors in Russian population in 2012-2013 years. The results of ECVD-RF. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2014; 13(6): 4–11.
2. Popova A.YU. The state of working conditions and occupational morbidity in the Russian Federation. Modern problems of hygiene and occupational medicine. Ufa, 22-23th September 2015. Ed. A.YU. Popova, A.B. Bakirova. Ufa, 2015; 14-21.
3. Gimranova G.G., Bakirov A.B., Shaikhislamova E.R., Karimova L.K., Volgareva A.D., Obukhova M.P. et al. Prevalence of main non-infectious work-related diseases among oil extraction workers. Occupational medicine and human ecology. 2016; (1): 5-15.
4. Working group: Kobalava Zh. D., Konradi A.O., Nedogoda S.V. et al. Russian Society of Cardiology position paper on 2018 Guidelines of the European Society of Cardiology/European Society of Arterial Hypertension for the management of arterial hypertension Russian Journal of Cardiology. 2018; 23(12): 131–14.
5. Zhou B.Y., Gao X.Y., Zhao X., Qing P., Zhu C.G., Wu N.Q. et al. Predictive value of big endothelin-1 on outcomes in patients with myocardial infarction younger than 35 years old. Per Med. 2018 Jan; 15(1): 25-33.
6. Chazova I.E., Zhernakova Yu.V. on behalf of the experts. Clinical guidelines. Diagnosis and treatment of arterial hypertension. Systemic Hypertension. 2019; 16 (1): 6–31.

Поступила/Received: 25.02.2020

Принята в печать/Accepted: 13.05.2020

УДК 614.1

GWR-МОДЕЛЬ В ИЗУЧЕНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ВАРИАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕРТНОСТИ ОТ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Егорова Н.Н.¹, Франц М.В.²¹ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», Уфа, Россия²ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, Россия

Работа посвящена исследованию пространственной неоднородности влияния факторов на уровень смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний на данных по 62 территориальным образованиям Республики Башкортостан за 2011-2017 гг. Данные представляют собой сбалансированную панель, общее количество наблюдений - 434. В качестве основного инструмента исследования использовалась GWR-модель, позволяющая тестировать гипотезу о пространственной неоднородности влияния факторов на результирующий показатель. Многофакторный анализ влияния факторов на смертность от сердечно-сосудистых заболеваний показал, что наибольшее влияние оказывают такие факторы, как уровень заработной платы и доля населения трудоспособного возраста. Гипотеза о пространственной неоднородности влияния подтвердилась для следующих факторов: обеспеченность средним медицинским персоналом, оборот розничной торговли, ввод жилья, уровень преступности, доля населения трудоспособного возраста.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, уровень смертности, многофакторный анализ, пространственная неоднородность, географически взвешенная регрессия.

Для цитирования: Егорова Н.Н.¹, Франц М.В.² GWR-МОДЕЛЬ В ИЗУЧЕНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ВАРИАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕРТНОСТИ ОТ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН. Медицина труда и экология человека. 2020: 2:37-43

Для корреспонденции: Егорова Наталья Николаевна, ученый секретарь отделения медицинских наук и здравоохранения Академии наук РБ, д.м.н., profanrb@gmail.com; Франц Марина Валерьевна, доцент кафедры экономики предпринимательства УГАТУ, к.т.н., tan - Marina @ mail . ru

Финансирование. Публикация подготовлена по материалам исследования, выполненного при финансовой поддержке Академии наук Республики Башкортостан (договор № 0301200057819000041_104987 от «25» октября 2019 г.).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10206>

GWR- MODEL IN THE STUDY OF TERRITORIAL VARIATION OF CARDIOVASCULAR DISEASES MORTALITY RATES IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Egorova N.N.¹, Frants M.V.²

1- Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

2- Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

The research deals with the study of the spatial heterogeneity of the influence of factors on cardiovascular diseases mortality rates. Information base of the research is the data on 62 territorial units of the Republic of Bashkortostan traced in years 2011-2017, which is a balanced panel with the total number of observations equal to 434. The GWR model was used as main analytical method, which allows testing the hypothesis of spatial heterogeneity of the influence of factors on the dependent variable. According the results obtained, the level of wages and the proportion of the population below working age are the most influential factors. The hypothesis of spatial heterogeneity has been verified for the following factors: nursing staff sufficiency, retail turnover, new housing supply, crime rate, share of the population below working age.

Key words: cardiovascular diseases, mortality rate, spatial heterogeneity, geographically weighted regression

For citation: Egorova N.N.¹, Franz M.V.² GWR- MODEL IN THE STUDY OF TERRITORIAL VARIATION OF CARDIOVASCULAR DISEASES MORTALITY RATES IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:37-43

For correspondence: Natalya N. Egorova, Learned secretary of the Division of Medical Sciences and Public Health of Bashkortostan Academy of Sciences, DMSc., MD, PhD, profanrb@gmail.com; Marina V. Frants, Associate professor at the Department of Business Economics of USATU, PhD, tan - Marina @ mail . ru

Financing. The publication is prepared based on investigation materials financially supported by Bashkortostan Academy of Sciences (agreement № 0301200057819000041_104987 of 25 October 2019).

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10206>

Введение

Высокая смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) является существенным ограничением, сдерживающим развитие Республики Башкортостан (РБ) и представляющим угрозу стабильности социально-экономической ситуации. В связи с этим снижение показателей смертности населения (в том числе от ССЗ) является одной из стратегических целей региона на период до 2030 г. [1].

Важной особенностью РБ является значительная территориальная дифференциация как по уровню социально-экономического развития, так и в отношении показателей смертности от ССЗ. На рис. 1 приводится карта, отражающая вариацию показателей смертности от ССЗ в разрезе муниципальных районов (МР) и городских округов (ГО) республики в 2017 г. Как видно из рис. 1, показатели по территориям могут отличаться в разы.

Эмпирические исследования, имеющие своей целью идентифицировать и ранжировать факторы, ответственные за формирование территориальных показателей, обычно выполняются с использованием методов регрессионного анализа. Увеличение количества, точности и доступности географических данных, происходящее в последнее десятилетие, способствует появлению новых приемов анализа, позволяющих учитывать наряду с обычными данными географические характеристики. Одной из моделей этого класса является географически взвешенная регрессия, или GWR-модель. Эта модель, в отличие от классических регрессионных моделей, основана на гипотезе о том, что регрессионные коэффициенты, отражающие направление и силу влияния факторов, уникальны для каждого территориального образования.

Целью нашего исследования является проверка гипотезы о пространственной неоднородности влияния факторов на уровень смертности населения от ССЗ на данных по МР и ГО РБ. Подтверждение этой гипотезы позволяет считать, что уровень смертности от ССЗ формируется в каждом территориальном образовании уникальным образом и меры по его снижению также должны быть индивидуальны. Кроме того, GWR-модель позволяет сформировать индивидуальный для каждого территориального образования профиль, отражающий значимость факторов в формировании территориального уровня смертности от ССЗ.

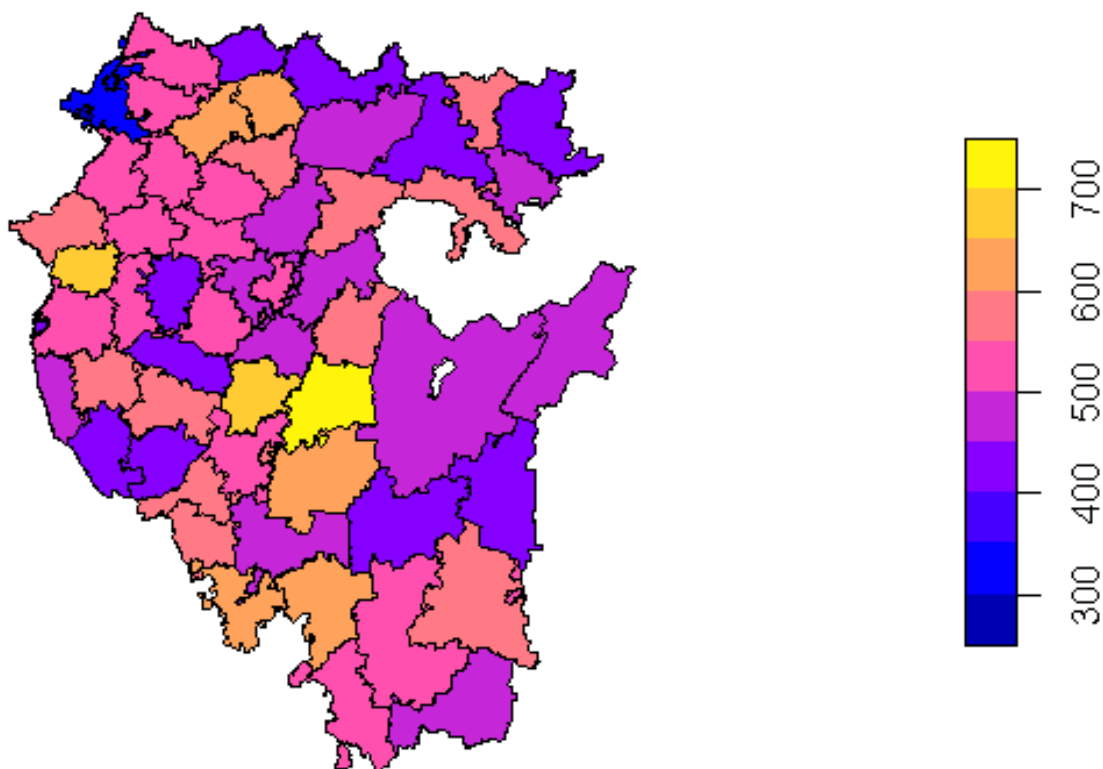


Рис. 1. Территориальная вариация смертности от ССЗ в РБ в 2017 г.

Материал и методы исследования

Информационная база исследования сформирована с использованием официальных статистических материалов РБ, включая статистические сборники «Демографические показатели МО РБ» за 2011-2017 гг., «Социально-экономическое положение МР и ГО РБ» за 201-2017 гг., «Здоровье населения и деятельность учреждений здравоохранения РБ», 2011-2017 гг.

По каждому из 62 МР и ГО РБ (кроме ЗАТО Межгорье) за 2011-2017 гг. сформирован массив данных, включающий следующий набор показателей: результативный блок (смертность от ССЗ); медико-организационный блок (обеспеченность врачами, средним медицинским персоналом); экономический блок (оборот розничной торговли на душу населения, инвестиции на душу населения, уровень заработной платы); социальный блок (ввод жилья на душу населения, уровень преступности); демографический блок (доля населения трудоспособного возраста, доля населения выше трудоспособного возраста), поведенческий блок (континент наркологических больных). Стоимостные показатели, включая оборот розничной торговли, удельные инвестиции, уровень заработной платы, были приведены в сопоставимый вид с использованием цепных индексов цен. Данные представляют собой сбалансированную панель, общий объем наблюдений - 434 (62 МР и ГО, прослеженных в динамике в 2011-2017 гг.).

GWR-модель (Geographically Weighted Regression), позволяющая моделировать пространственно-неоднородную связь между результативным показателем и набором факторных переменных, использовалась в нашей работе в качестве основного инструмента анализа. Впервые GWR-модель была предложена в работе [2] и с тех пор стала довольно популярным инструментом, нашедшим свое применение в самых различных областях.

Уравнение GWR-модели имеет следующий вид (формула (1)):

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) \cdot X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

В формуле (1) (u_i, v_i) - координаты i -го объекта в пространстве, $\beta_0(u_i, v_i)$, $\beta_k(u_i, v_i)$ - регрессионные коэффициенты, специфичные для каждого объекта с координатами (u_i, v_i) . Регрессионные коэффициенты GWR-модели оцениваются, используя взвешенный метод наименьших квадратов по формуле (2).

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y \quad (2)$$

В уравнении (2) матрица $W(u_i, v_i)$ - это диагональная матрица, j -й диагональный элемент которой отражает вес j -го наблюдения для расчета регрессионных коэффициентов i -го наблюдения. Таким образом, для каждого наблюдения используется своя взвешивающая матрица. Элементы взвешивающих матриц обычно рассчитываются с использованием той или иной ядерной функции, наилучшие параметры которой подбираются с использованием процедуры кросс-валидации. В данной работе мы ограничились использованием ядерной функции Гаусса с фиксированным ядром и процедурой CV-валидации для выбора оптимальных параметров ядерной функции. В связи с тем, что нет теоретической модели, обосновывающей форму связи между результативным и факторными показателями, мы использовали три спецификации: линейную, полулогарифмическую и степенную. Для тестирования значимости пространственной вариации регрессионных коэффициентов применялся метод Монте-Карло. Расчеты выполнялись в статистическом пакете R.

Результаты и обсуждение

Описательная статистика по используемым в работе показателям представлена в таблице 1.

Таблица 1

Описательная статистика

Переменная	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Нижний квартиль	Медиана	Верхний квартиль	Максимум
Смертность от ССЗ	566.871	127.978	239.900	484.850	549.600	631.600	1,095.600
Обеспеченность врачами	21.476	4.485	12.300	18.525	21.000	23.200	40.500
Обеспеченность СМП	84.822	14.616	26.400	78.000	88.300	94.275	113.000
Оборот розничной торговли	89,034.1	74,920.2	28,252.1	43,486.5	58,493.7	111,378.8	419,411.6

Удельные инвестиции	24,394.08	44,807.18	824.87	5,500.16	10,560.95	21,443.51	491,874.27
Уровень заработной платы	24,628.53	4,954.96	14,663.88	21,599.46	23,501.74	26,986.54	42,393.00
Ввод жилья	575.50	419.77	42.00	368.00	524.00	653.00	4,229.00
Уровень преступности	134.471	32.758	67.600	111.625	133.750	153.900	277.800
Доля населения выше трудоспособного возраста	23.324	3.320	13.052	21.288	23.393	25.382	33.700
Доля населения трудоспособного возраста	20.758	2.472	15.759	19.170	20.118	22.087	31.376
Контингент наркологических больных	1,200.670	639.009	97.200	798.025	1,164.350	1,471.725	8,286.400

Как видно из таблицы 1, рассматриваемые показатели по МР и ГО РБ значительно варьируют. Кратность (отношение максимального значения к минимальному) по показателю обеспеченности врачами составляет (в среднем за рассматриваемый период) 3,02 раза, обеспеченности средним медицинским персоналом - 3,02 раза, обороту розничной торговли - 13,72 раза, удельным инвестициям - 130,17 раза, заработной плате - 2,14 раза, вводу жилья - 41,16 раза, уровню преступности - 2,83 раза, доле населения выше трудоспособного возраста - в 2,15 раза, доле населения ниже трудоспособного возраста - 1,83 раза, контингенту наркологических больных - 15,31 раза. Смертность от болезней системы кровообращения варьирует от 326,70 до 1095,60 в 2011 г., от 354,60 до 876,90 в 2012 г., от 361,80 до 893,00 в 2013 г., от 272,70 до 744,80 в 2014 г., от 279,20 до 763,80 в 2015 г., от 239,90 до 751,60 в 2016 г., от 291,00 до 702,00 в 2017 г. Такая значительная вариация позволяет предположить, что формирование показателей смертности от болезней ССЗ в каждом из рассматриваемых территориальных образований может иметь свои уникальные особенности.

Сравнительный анализ качества GWR-моделей приведен в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ качества GWR-моделей

Модель	RSS	R ²
GWR, линейная форма	4926387	0,3053
GWR, полулогарифмическая форма	4893261	0,3100
GWR, степенная форма	4948845	0,3022

RSS- остаточная сумма квадратов, R²- индекс детерминации

Как следует из таблицы 2, наиболее удачным вариантом является полулогарифмическая форма. Поэтому этот вариант модели выбран для дальнейшего использования. Результаты оценки этой GWR- модели на нормализованных данных приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты оценки GWR-модели

	Минимум	Нижний квартиль	Медиана	Верхний квартиль	Максимум
Константа	26,5549	30,8814	33,9086	35,8523	37,1662
Обеспеченность врачами	-0,1760	-0,0702	0,0100	0,0736	0,1596
Обеспеченность СМП	-0,2638	-0,1716	-0,1216	-0,0217	0,1804
Оборот розничной торговли	-0,2829	-0,1179	-0,0196	0,0571	0,1567
Удельные инвестиции	-0,0559	0,0269	0,0541	0,0901	0,1209
Уровень заработной платы	-0,3978	-0,3491	-0,3284	-0,3022	-0,1834
Ввод жилья	-0,3896	-0,2263	-0,1820	-0,1023	0,0242
Уровень преступности	0,0361	0,0934	0,1503	0,2102	0,2660
Доля населения выше трудоспособного возраста	-0,2796	-0,1528	-0,0909	-0,0292	0,1010
Доля населения трудоспособного возраста	-0,5733	-0,4192	-0,2903	-0,1422	0,0008
Контингент наркологических больных	-0,1898	-0,0826	-0,0324	-0,0047	0,0502

Как следует из таблицы 3, наибольшее влияние на смертность от ССЗ оказывают уровень заработной платы и доля населения трудоспособного возраста. В обоих случаях связь носит обратный характер – с ростом уровня заработной платы смертность от ССЗ будет уменьшаться, увеличение доли населения трудоспособного возраста также способствует снижению смертности от ССЗ. Ввод жилья, уровень преступности, обеспеченность средним медицинским персоналом оказывают умеренное влияние на смертность от ССЗ. Рост уровня преступности оказывает прямое влияние на смертность от ССЗ, в то время как обеспеченность средним медицинским персоналом и ввод жилья – обратное. Влияние остальные факторов слабое.

Тест Монте-Карло позволяет проверить гипотезу о пространственной неоднородности влияния факторов на результивный показатель. Результаты тестирования приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты теста Монте-Карло

Фактор	Уровень значимости
Константа	0,00
Обеспеченность врачами	0,13
Обеспеченность СМП	0,04
Оборот розничной торговли	0,04
Удельные инвестиции	0,29
Уровень заработной платы	0,55
Ввод жилья	0,02
Уровень преступности	0,03
Доля населения выше трудоспособного возраста	0,17
Доля населения трудоспособного возраста	0,00
Контингент наркологических больных	0,16

Как следует из таблицы 4, гипотеза об однородности пространственной связи отвергается для таких факторов, как обеспеченность средним медицинским персоналом, оборот розничной торговли, ввод жилья, уровень преступности, доля населения трудоспособного возраста. Это говорит о том, что формирование территориальных показателей смертности наряду с общими чертами имеет свои уникальные особенности в каждом территориальном образовании.

Заключение

В работе сделана попытка исследовать пространственную неоднородность влияния социальных, экономических, медико-организационных факторов на уровень смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в муниципальных районах и городских округах Республики Башкортостан. Выявлено, что наибольшее влияние на уровень смертности оказывают такие факторы, как уровень заработной платы и доля населения ниже трудоспособного возраста. Гипотеза о пространственной неоднородности влияния подтвердилась для таких факторов, как обеспеченность средним медицинским персоналом, оборот розничной торговли, ввод жилья, уровень преступности, доля населения трудоспособного возраста.

Список литературы:

1. Стратегия развития Республики Башкортостан до 2030 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://minecon.bashkortostan.ru/upload/iblock/cda/document.pdf>
2. Brunsdon C., Fotheringham A., Charlton M. Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis*. 1996 V.28. Issue 4. P. 281-298.

References:

1. The development strategy of the Republic of Bashkortostan until 2030 Available at: <https://minecon.bashkortostan.ru/upload/iblock/cda/document.pdf>
2. Brunsdon C., Fotheringham A., Charlton M. Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis*. 1996 V.28. Issue 4. P. 281-298.

Поступила/Received: 11.03.2020

Принята в печать/Accepted: 03.06.2020

УДК 613.62

ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У РАБОТНИКОВ ОХРАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Лапко И.В.

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

Необходимость поддержания профессиональной трудоспособности сотрудников охранной сферы в условиях функционального напряжения определяет актуальность изучения ответных реакций организма, механизмов адаптации, в основе реализации которых лежит деятельность нейрогуморальной системы. Целью исследования явилась оценка психологических характеристик и гормонально-метаболических показателей у работников частных охранных предприятий, осуществляющих трудовую деятельность в условиях нервно-эмоциональной напряженности. Установлено, что работа в условиях психоэмоционального напряжения приводит к перестройке гормональной регуляции организма - истощению глюкокортикоидной функции коры надпочечников и супрессии гипофизарно-тиреоидной системы, обеспечивающих развитие патологических стресс-реакций с эмоциональной неустойчивостью и истощением психоэнергетических ресурсов. Особенности нейрогуморального реагирования сопровождаются нарушением обменных процессов с развитием метаболического синдрома: атерогенной дислипидемией, гипергликемией и инсулинорезистентностью.

Ключевые слова: механизмы адаптации, нейрогуморальная регуляция, гормонально-метаболические показатели, метаболический синдром, работники охранных предприятий.

Для цитирования: Лапко И.В. ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У РАБОТНИКОВ ОХРАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:44-48

Для корреспонденции: Лапко Инна Владимировна, ведущий научный сотрудник ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д.м.н., e-mail: innakryl78@rambler.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10207>

FEATURES OF NEUROHUMORAL REGULATION AND METABOLIC DISORDERS IN WORKERS SECURITY COMPANY

Lapko I. V.

Federal Budgetary Establishment of Science Federal Scientific Center of Hygiene named after F. F. Erisman of the Federal Service for supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing

The need to maintain the professional capacity of employees of the security sector in conditions of functional stress determines the relevance of studying the body's responses, adaptation mechanisms, which are based on the activity of the neurohumoral system. The aim of the study was to assess the psychological characteristics and hormonal and metabolic indicators of employees of private security

companies engaged in work under conditions of nervous and emotional tension. It was found that working under conditions of psychoemotional stress leads to a restructuring of the hormonal regulation of the body - depletion of the glucocorticoid function of the adrenal cortex and suppression of the pituitary-thyroid system, which ensure the development of pathological stress reactions with emotional instability and depletion of psychoenergetic resources. Features of neurohumoral response are accompanied by a violation of metabolic processes with the development of metabolic syndrome: atherogenic dyslipidemia, hyperglycemia and insulin resistance.

Key words: *adaptation mechanisms, neurohumoral regulation, hormonal and metabolic indicators, metabolic syndrome, employees of security companies*

For citation: *Lapko I.V. FEATURES OF NEUROGUMORAL REGULATION AND METABOLIC DISTURBANCES IN WORKERS SECURITY COMPANIES. Occupational Health and Human Ecology. 2020: 2:44-48*

For correspondence: *Inna V Lapko, Leading Researcher, the Erisman Federal State Budgetary Institution Scientific Center of Rospotrebnadzor, DMSc, MD, PhD, e-mail: innakryl78@rambler.ru*

Financing. *The study did not have sponsorship.*

Conflict of Interest: *Authors declare they have no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10207>

Среди сфер жизнедеятельности существенное влияние на благополучие и здоровье человека оказывает трудовая деятельность, сопряженная с эмоциональными и нервно-психическими перегрузками физиологических процессов организма. Особое значение при этом приобретает изучение видов деятельности, связанных с обеспечением правопорядка, безопасности граждан и их имущества.

Профессиональная деятельность работников охранных предприятий характеризуется монотонностью и однообразием работы, ограничением лично значимой информации, изменением пространственной и временной структуры, угрозой для жизни субъекта, что приводит к развитию эмоциональной напряженности и психофизиологической утомляемости, негативным изменениям когнитивной и моторной сфер личности работника, профессиональной деформации. Сохранение хорошей физической подготовки требует усиленных физических нагрузок. Повышенная напряженность труда, сменный график несения службы, предусматривающий работу в ночное время, неблагоприятное воздействие климата при несении службы на улице, нерациональное питание способствуют риску развития производственно обусловленных заболеваний: сердечно-сосудистой, пищеварительной, костно-мышечной, мочевыводящих систем, проблем с обменом веществ [1-3].

Необходимость продления трудового долголетия, сохранения высокой профессиональной трудоспособности и надежности сотрудников службы охраны в условиях функционального напряжения определяет важность и актуальность изучения механизмов адаптации, особенностей нейрогуморальной регуляции и показателей метаболизма у данной категории работников.

Материалы и методы

Обследовано 87 мужчин в возрасте от 25 до 43 лет - работников частного охранного предприятия г. Москвы, осуществляющих пропускной режим, обеспечивающих безопасность и общественный порядок в торговых центрах и магазинах. Средний возраст - $36,4 \pm 0,34$ года, средний стаж работы $9,8 \pm 0,36$ года.

Контрольная группа представлена 52 неработающими мужчинами, сопоставимыми по возрасту с основной группой.

Показатели напряженности трудового процесса явились главными для характеристики труда охранника, поскольку отражали нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу деятельности работника. Факторы, характеризующие напряженность труда (интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы), оценены как класс 3.1. Показатели тяжести трудового процесса превышали допустимые нормы по рабочей «позе стоя» до 80% времени смены и перемещению в пространстве (по горизонтали - обходы и пешее патрулирование свыше 8 км в смену и по вертикали - обходы этажей свыше 2,5 км в смену) (класс 3.1).

Для выявления предрасположенности сотрудников службы охраны к патологическим стресс-реакциям использовался опросник «Самочувствие в экстремальных ситуациях» [4].

Оценивались гормонально-метаболические показатели: концентрация аденкортикотропного (АКТГ) и тиреотропного (ТТГ) гормонов, альдостерона, кортизола, свободного трийодтиронина (Т3), свободного тироксина (Т4) на основе иммуноферментного анализа с использованием стандартных наборов Алкор Био (Россия); общий холестерин (ХС) и триглицериды (ТГ) ферментативным колориметрическим методом; холестерин липопротеидов высокой плотности (ХС-ЛПВП) пероксидазным методом; апобелки А1 и В радиоиммунным анализом. Определяли глюкозу крови глюкозооксидазным методом, гликозилированный гемоглобин (HbA1c), иммунореактивный инсулин (ИРИ) иммуноферментным анализом, рассчитывались индексы инсулинорезистентности: индекс Саго и индекс HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance), интегральный гипофизарно-надпочечниковый индекс (ИГНИ) и интегральный тиреоидный индекс (ИТИ)[5]. Концентрация холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС-ЛПНП) рассчитывалась по формуле Friedwald [6].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Office (Excel, Word) в среде Windows XP.

Результаты и обсуждение

Данные, полученные с помощью опросника «Самочувствие в экстремальных ситуациях», выявляли высокий уровень стресс-устойчивости, свидетельствующей о хорошей адаптированности сотрудников к условиям работы и достаточной устойчивости к экстремальным ситуациям у 43,7% обследуемых, что было почти в два раза выше, чем в группе контроля (26,9%). Показатель уровня устойчивости снижался с увеличением стажа работы охранником, что свидетельствует о формировании дезадаптации к условиям работы и риском негативных последствий при нарастании стрессовых факторов ($t=3,42$ при $p=0,01$). Среди симптомов психосоматических и эмоциональных расстройств преобладали эмоциональная неустойчивость, психофизическая усталость, склонность к зависимости, нарушения сна, вегетативная неустойчивость, проявления тревоги, указывающие на предрасположенность охранников к патологическим стресс-реакциям ($t=3,54-4,72$; при $p<0,01$). Корреляционный анализ факторов, влияющих на поведение сотрудников службы охраны в стрессовых ситуациях, выявил связь стажа работы со шкалами опросника. С увеличением стажа работы в профессии снижается проявление чувства обиды в ответ на угрозу ($r=-0,64$, при $p<0,05$), возрастает контроль над ситуацией ($r=0,68$, при $p<0,05$), уменьшается проявление беспомощности в борьбе со стрессом ($r=-0,72$, при $p<0,05$). Вместе с этим нарастает эмоциональный дефицит, эмоциональная отстраненность ($r=0,61-0,67$,

при $p < 0,01$), снижается энергетический баланс в организме, что ведет к хроническому переутомлению ($r = -0,73$, при $p < 0,05$).

Выявлялись нарушения метаболических процессов, проявляющиеся атерогенной дислипидемией (20,6%), гипергликемией натощак (11,4%), увеличением массы тела (индекс массы тела $> 25,0$ мг/м²), - у 49,4%, дисфункцией глюкокортикоидного и тиреоидного звеньев эндокринной системы - у 18,4%. Отмечены достоверное повышение уровня общего холестерина, липидов низкой плотности до $6,4 \pm 0,17$ ммоль/л и $4,18 \pm 0,16$ ммоль/л соответственно, по сравнению с контрольной группой ($5,32 \pm 0,17$ ммоль/л и $3,46 \pm 0,15$ ммоль/л) ($t = 2,6-4,1$; $p < 0,05$), изменения обмена апобелков со снижением уровня АпоА1 до $112,4 \pm 4,2$ мг/дл и нарастанием уровня АпоВ до $182,2 \pm 5,4$ мг/дл у охранников ($p < 0,05$). С нарастанием стажа работы увеличивалось значение соотношения АпоВ/АпоА1 до 1,62 единиц как раннего показателя нарушения обмена липопротеидов ($t = 2,74$; $p < 0,05$).

Концентрации глюкозы крови, глюкозотолерантного теста и инсулина в сыворотке крови охранников находились в пределах референтных значений и достоверно не отличались от контроля. Отмечена тенденция к повышению уровня глюкозы крови, инсулина и формирование инсулинорезистентности с увеличением стажа работы, о чем свидетельствовало достоверное снижение значения индекса Саго до 0,24 единиц и возрастание значения индекса НОМА-IR до 4,2 единиц.

Средние значения концентрации АКТГ, альдостерона и кортизола не выходили за пределы референтных значений у обследуемых работников. Однако отмечалась тенденция к повышению уровня кортизола, достоверно значимому по сравнению с группой контроля ($t = 2,8$; $p < 0,05$). Длительное воздействие нервно-эмоционального напряжения (стаж более 5 лет) приводило к увеличению концентрации АКТГ и снижению значения интегрального гипофизарно-надпочечникового индекса, что свидетельствовало об относительном истощении глюкокортикоидной функции коры надпочечников.

Средние арифметические концентрации гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) и ТТГ также не выходили за референтные значения. Однако при сравнении с контрольной группой отмечено повышение уровня ТТГ, снижение уровня гормонов Т3 и Т4, понижение значения индекса ИТИ до 6,2 единиц, что указывало на супрессию гипофизарно-тиреоидной системы у охранников ($p < 0,05$).

Заключение

Проведенные исследования уровня адаптированности к экстремальным условиям труда указывают на то, что профессиональная деятельность работников охранной службы связана с высокой эмоциональной напряженностью и экстремальностью, что ведет к подверженности проявлениям патологических стресс-реакций и невротических расстройств, выражающихся в эмоциональной неустойчивости и истощении психоэнергетических ресурсов.

Продолжительные эмоциональные и нервно-психические перегрузки у охранников приводят к перестройке нейрогуморальной регуляции, психофизиологическим и биохимическим сдвигам метаболизма, запускаемым стресс-реакцией. Увеличение концентрации АКТГ и снижение интегрального гипофизарно-надпочечникового индекса, повышение уровня ТТГ, снижение уровней тиреоидных гормонов (Т3 и Т4) и значения интегрального тиреоидного индекса указывает на относительное истощение глюкокортикоидной функции коры надпочечников и супрессию гипофизарно-тиреоидной системы. Нарушения липидного и углеводного обменов,

свидетельствующих о развитии атерогенной дислипидемии с повышением содержания общего холестерина, триглицеридов, липопротеидов низкой плотности, изменением обмена апобелков, инсулинорезистентности с повышением уровня глюкозы крови и инсулина, нарастающих с увеличением стажа работы, доказывают формирование метаболического синдрома у работников охранных предприятий. Выявленные изменения являются одной из составляющих в комплексе компенсаторно-приспособительных механизмов, обуславливающих адаптацию к условиям профессиональной деятельности, и являются ранними маркерами риска развития нарушений здоровья работников нервно-напряженного труда.

Результаты исследований, полученные при изучении особенностей формирования метаболических нарушений у лиц экстремальных профессий, могут являться критериями оценки напряжения адаптивных возможностей организма и основой для разработки лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий, использоваться при решении вопросов профпригодности.

Список литературы:

1. Гаражеев И.М. Специфика профессиональной деятельности работников частных охранных предприятий. Акмеология. 2014;1:89-92.
2. Деркач А.А., Зазыкин В.Г. Профессионализм деятельности в особых и экстремальных условиях. М.: РАГС; 2003.
3. Саакян Л.И. Профессиональная деятельность сотрудников охранных предприятий в контексте их психической устойчивости. Акмеология.2014;2:205-208.
4. Водопьянова Н.Е. Психодиагностика стресса. Санкт-Петербург: Питер; 2009.
5. Долгов В.В., Аметов А.С., Щетникович К.А. Лабораторная диагностика нарушений обмена углеводов, сахарный диабет. М.: Триада; 2002.
6. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. М.: МЕДпрессинформ; 2009.

References:

1. Garazheev I.M. The specifics of occupational activities of employees of private security companies. Acmeology. 2014; 1: 89-92.
2. Derkach A.A., Zazykin V.G. Professionalism in special and extreme conditions. M.: RAGS; 2003.
3. Saakyan L.I. Occupational activity of employees of security companies in the context of their mental stability. Acmeology. 2014; 2: 205-208.
4. Vodopyanova N.E. Psychodiagnosis of stress. St. Petersburg: Peter; 2009.
5. Dolgov VV, Ametov A.S., Shchetnikovich K.A. Laboratory diagnosis of carbohydrate metabolism disorders, diabetes mellitus. M. : Triad; 2002.
6. Kamyshnikov V.S. Handbook of clinical and biochemical studies and laboratory diagnostics. M. : MEDpressinform; 2009.

Поступила/Received: 05.03.2020

Принята в печать/Accepted: 13.05.2020

УДК 613.6.027:612.06:616-008

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО РИСКА В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У ИНСПЕКТОРОВ ДПС ГИБДД

Некрасова М.М.¹, Черникова Е.Ф.¹, Васильева Т.Н.¹, Зуев А.В.¹, Полевая С.А.², Парин С.Б.²

¹ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии», Нижний Новгород, Россия

²ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

Цель работы заключалась в проведении оценки адаптационного риска на основе исследования вариабельности сердечного ритма и в обосновании критериев раннего выявления неудовлетворительной адаптации к производственному стрессу. Проанализированы данные углубленного клинико-лабораторного обследования инспекторов ДПС ГИБДД. Установлена величина адаптационного риска при воздействии хронического профессионального стресса. Проведен анализ взаимосвязи кардиометаболических нарушений с изменениями иммунологической реактивности, сдвигами гематологических показателей, параметров регуляции вариабельности ритма сердца, низким содержанием селена в крови. Зарегистрированные изменения характеризуют степень выраженности нарушения процесса адаптации к неблагоприятным факторам производственной среды. Результаты исследования указывают на необходимость своевременного проведения профилактических мероприятий.

Ключевые слова: инспекторы ДПС, профессиональный стресс, адаптационный риск, артериальное давление, индекс массы тела, вариабельность ритма сердца, иммунный статус, биохимические показатели, селен.

Для цитирования: Некрасова М.М.¹, Черникова Е.Ф.¹, Васильева Т.Н.¹, Зуев А.В.¹, Полевая С.А.², Парин С.Б.² ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО РИСКА В УСЛОВИЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У ИНСПЕКТОРОВ ДПС ГИБДД. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:49-58

Для корреспонденции: Некрасова Марина Михайловна, старший научный сотрудник лаборатории психофизиологических исследований и здоровьесберегающих технологий отдела гигиены ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, e-mail: nmarya@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10208>

ASSESSMENT OF ADAPTATION RISK UNDER CONDITIONS OF PROFESSIONAL STRESS AT POLICEMEN OF ROAD PATROL SERVICE

Nekrasova M.M.¹, Chernikova E.F.¹, Vasilyeva T.N.¹, Zuev A.V.¹, Poleyeva S.A.², Parin S.B.²

1-Nizhny Novgorod Research Institute for Hygiene and Occupational Pathology Rospotrebnadzor,
Nizhny Novgorod, Russia

2-Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky–National Research University,
Nizhny Novgorod, Russia

The purpose of the work was to assess an adaptation risk based on the study of heart rate variability and substantiation of the criteria for early detection of unsatisfactory adaptation to occupational stress. The data of clinical and laboratory examination of police officers of the road patrol service are analyzed. When exposed to chronic occupational stress, the adaptive risk was determined and the relationship of cardiometabolic disorders with changes in immunological reactivity, shifts in hematological parameters and parameters for regulating heart rate variability, and a decrease in selenium in the blood was analyzed, which characterize the degree of severity of the adaptation process to adverse factors in the occupational environment. The results obtained indicate the need for preventive measures.

Key words: *policemen of road patrol service, occupational stress, adaptation risk, blood pressure, body mass index, heart rate variability, immune status, biochemical parameters, selenium.*

For citation: Nekrasova M.M.¹, Chernikova E.F.¹, Vasilyeva T.N.¹, Zuev A.V.¹, Polevaya S.A.², Parin S.B.²
ASSESSMENT OF ADAPTATION RISK UNDER CONDITIONS OF PROFESSIONAL STRESS AT POLICEMEN OF ROAD PATROL SERVIC. Occupational medicine and human ecology. 2020: 2:49-58

For correspondence: *Marina M. Nekrasova, Senior Researcher, Laboratory of Psychophysiological Research and Health Preserving Technologies, Department of Hygiene, Federal State Budgetary Institution "Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology" of Rospotrebnadzor, e-mail: nmarya@yandex.ru*

Financing. *The study did not have sponsorship.*

Conflict of Interest: *Authors declare they have no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10208>

Сохранение здоровья и профессионального долголетия работников при воздействии комплекса вредных производственных факторов является одной из приоритетных задач специалистов медицины труда. При прогнозировании рисков нарушения здоровья и профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний важна адекватная оценка механизмов регуляции гомеостаза, обеспечивающих удовлетворительную адаптацию организма к воздействию вредных факторов. Актуальным является определение вероятностных характеристик процесса адаптации сердечно-сосудистой системы и установление ранних биомаркеров нарушения состояния здоровья при воздействии профессионального стресса [1, 2]. Выявление диапазона реактивности различных систем организма и микроэлементов в процессе адаптации необходимо для разработки профилактических мероприятий. С этих позиций большой интерес у специалистов вызывает изучение роли уровня селена в организме, который обладает адаптогенными свойствами, участвуя в антиоксидантной и иммунной защите организма, патогенезе кардиоваскулярных заболеваний [3, 4, 5].

Цель работы

На основе исследования вариабельности сердечного ритма и клинико-лабораторных показателей провести оценку адаптационного риска и обосновать критерии раннего выявления неудовлетворительной адаптации к производственному стрессу у инспекторов ДПС.

Материалы и методы

При добровольном информированном согласии на базе поликлиники ФБУН «Нижегородского научно-исследовательского института гигиены и профпатологии»

Роспотребнадзора было выполнено комплексное клинико-лабораторное обследование 117 инспекторов дорожно-патрульной службы в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинской декларации 1975 г. (с дополнениями 1983 г.), положительным заключением этического комитета. При изучении условий труда инспекторов ДПС был установлен вредный класс по факторам – шум, микроклимат, вредные вещества, тяжесть и напряженность. Согласно Р 2.2.2006-05³, общий класс условий труда оценен как вредный четвертой степени (3.4), что соответствует высокому уровню априорного профессионального риска [6].

Все обследованные – мужчины, в возрасте 24–50 лет ($34 \pm 0,46$), со стажем работы в профессии 1–19 лет ($8,21 \pm 0,40$). Для дополнительного анализа зависимости изучаемых показателей от стажа обследованные были разделены на 3 группы по стажу (0–4, 5–9, 10 и более лет).

Оценку адаптационного риска проводили по методу Баевского Р.М. и соавт. [2] с использованием математической модели функциональных состояний по данным variability сердечного ритма (BCP). Вычисляли значения степени напряжения регуляторных систем (CH), функционального резерва (ФР), адаптационного риска (AP), вероятности класса функциональных состояний (норма, донозологические, преморбидные, патологические). Анализировали BCP в соответствии с российскими и международными стандартами по 5-минутным записям ЭКГ в покое (фон) и при активной ортостатической пробе (АОП) [2]. С помощью программно-аппаратного комплекса «ВНС-Ритм» («Нейрософт», Россия) регистрировали показатели BCP: временные (RRNN, RR min, RR max, SDNN, RMSSD, мс; pNN50%, стресс-индекс - SI, усл.ед.) и спектральные (TP, VLF, LF, HF, мс²/Гц; VLF%, LF%, HF%, LF/HF). Исследования лабораторных показателей были выполнены унифицированными общеклиническими, биохимическими и иммуноферментными методами. Используя анкетные данные и результаты обследования, определяли суммарный кардиоваскулярный риск по шкале SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation). Гематологические исследования проводили с расчетом лейкоцитарного индекса интоксикации модифицированного (ЛИИм) [7]. Содержание селена (Se) в сыворотке крови определяли с помощью атомно-абсорбционного метода, за диапазон нормальных значений принимали уровни 0,053–0,105 мкг/см³ [5].

Для статистической обработки использовали пакет программ Statistica v.12, оценку взаимосвязей между показателями проводили с применением коэффициента корреляции Спирмена, в анализ включали статистически значимые результаты при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По результатам клинического обследования, во всех стажевых группах был зарегистрирован значительный процент лиц с повышенным артериальным давлением (ПАД): в первой стажевой группе – 50%, во второй – 61,9%, в третьей – 66,7%. На производственно обусловленный характер данной патологии указывает выявленная прямая корреляционная зависимость уровня систолического (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) от стажа ($r=0,24$ $p=0,01$; $r=0,38$, $p=0,00001$). Согласно анкетным данным, 72% сотрудников ДПС

³ Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г.)

оценивают условия труда как стрессогенные [6], производственный стресс может приводить к развитию патологии сердечно-сосудистой системы, в частности артериальной гипертензии [8]. Общегрупповое расчетное значение кардиоваскулярного риска по шкале SCORE составило $2,6 \pm 1,4\%$. Средние значения данного показателя достоверно не отличались по группам, но отмечались повышенные уровни риска и процент обследованных с высоким суммарным сердечно-сосудистым риском (5% и более) в первой и старшей стажевых группах ($2,7 \pm 1,1\%$ (10%) и $2,7 \pm 1,6\%$ (18%) соответственно) по сравнению со второй ($2,5 \pm 1,2\%$ (9%)).

Было установлено, что коронарный риск по шкале SCORE отрицательно коррелировал с показателями ВСП (табл. 1) и положительно с интегральным показателем SI ($r=0,31$ $p=0,0005$), характеризующим степень напряжения регуляторных систем. По мнению ряда авторов, это может быть связано с тем, что нарушение баланса вегетативной регуляции сердечного ритма предшествует развитию устойчивой кардиоваскулярной патологии, состояние нейрогуморального гомеостаза характеризует адаптационные резервы организма и в определенной степени является мерой сердечно-сосудистого риска [2, 9, 10].

Таблица 1

Корреляционные взаимосвязи между уровнем сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE и показателями ВСП

Показатели ВСП	Коэффициент Спирмена	p
RRNN, мс	-0,34	0,0002
RR min, мс	-0,32	0,0004
RR max, мс	-0,37	0,00003
SDNN, мс	-0,25	0,007
RMSSD, мс	-0,29	0,002
pNN50, %	-0,28	0,002
TP, мс ² /Гц	-0,20	0,03
HF, мс ² /Гц	-0,25	0,007
LF, мс ² /Гц	-0,19	0,04

На возрастание риска развития сердечно-сосудистой патологии вследствие перенапряжения механизмов адаптации указывает прямая корреляция с категорией AP ($r=0,31$ $p=0,0006$). При анализе среднегрупповых значений AP обращают на себя внимание следующие особенности: вторая стажевая группа отличается большей долей лиц, отнесенных к низкой (первой) категории AP, а третья группа – более равномерным распределением по категориям и отсутствием очень высоких градаций AP. Динамика отражает компенсаторно-приспособительный характер процесса адаптации при увеличении профессионального стажа более 5 лет, истощение ФР и влияние эффекта «здорового работника» при стаже 10 и более лет (рис. 1).

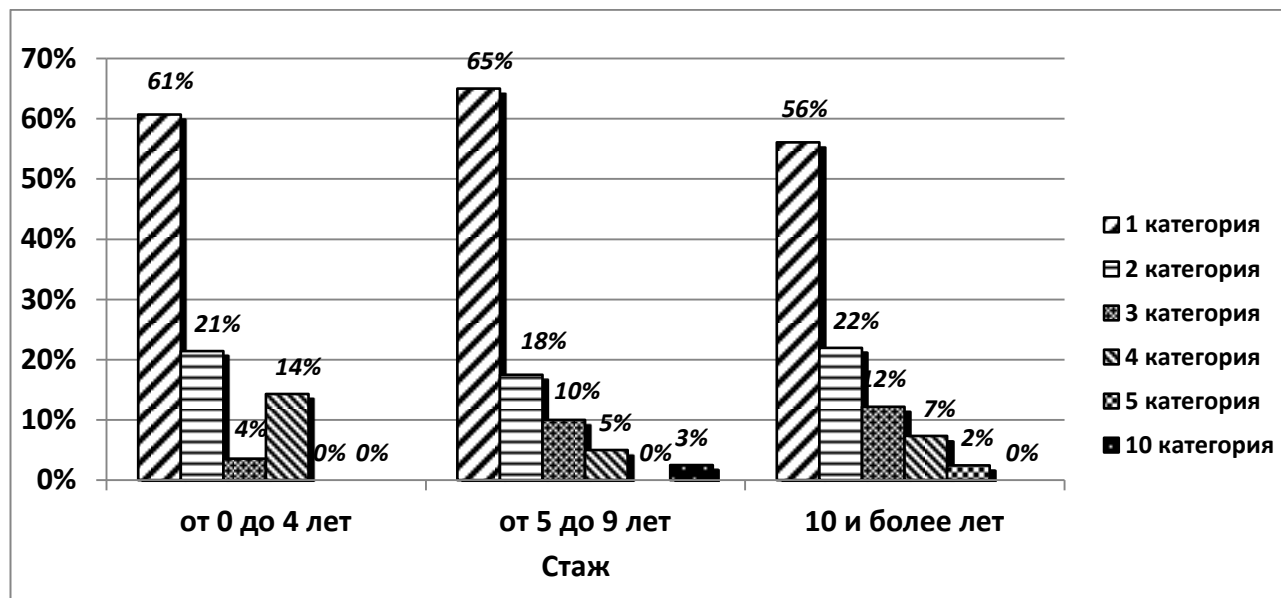


Рис. 1. Распределение инспекторов ДПС по категориям адаптационного риска в стажевых группах

Характер распределения обследованных по категориям АР в первой стажевой группе свидетельствует о значительном напряжении регуляторных механизмов в начальный период адаптации к стрессогенным условиям профессиональной деятельности, что сопровождается повышением вероятности преморбидных состояний (рис. 2). Если при стаже менее 1 года АР у инспекторов ДПС оценивается как низкий (1-я категория), при максимальных значениях ФР (2,16 усл.ед.) и минимуме СН (-1,7 усл.ед.), то уже ко 2-му году стажа наблюдается резкое увеличение СН (в 2,2 раза), к 4-му году кратность превышения показателя СН составляет 6,3 раза. Таким образом, уже при стаже 2–3 года – к 1-й категории АР относится только 56,2% обследованных, ко 2-й категории – 31,3%, к 4-й категории – 12,5%. При стаже 4 года процент лиц, отнесенных к 1-й категории АР, снижается до 43%, к 4-й категории – возрастает до 27%.

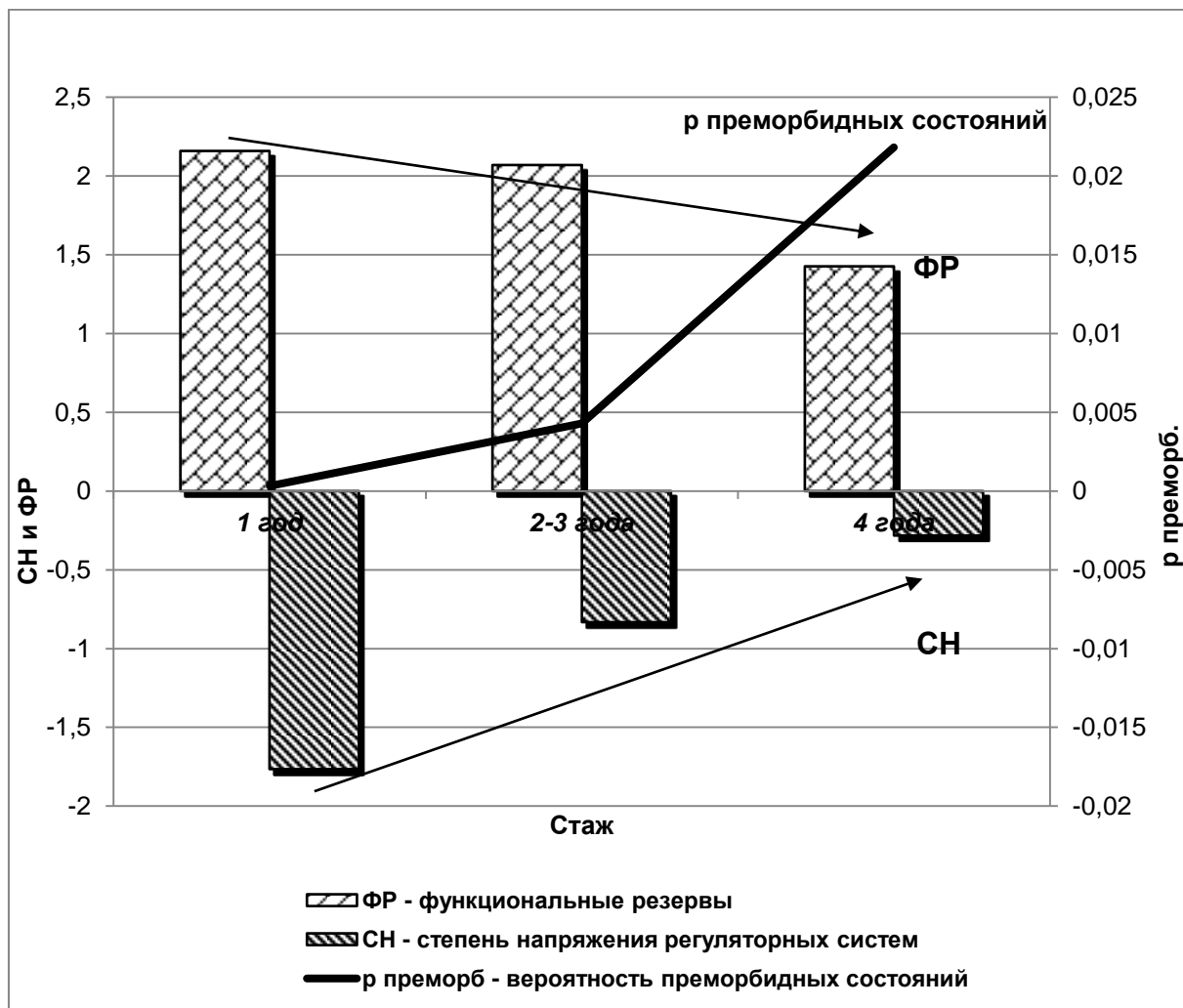


Рис. 2. Взаимосвязь значений ФР, СН и вероятности развития преморбидных состояний у инспекторов со стажем работы в профессии до 4 лет

Заслуживает внимания тот факт, что только в первой стажевой группе автоинспекторов была выявлена наиболее выраженная достоверная прямая корреляционная зависимость вероятности развития преморбидных состояний ($p_{\text{преморб.}}$) от величины риска по шкале SCORE ($r=0,48$, $p=0,01$), что может указывать на наибольшую эффективность проведения превентивных мер по нормализации вегетативной регуляции миокарда, коррекции адаптационных реакций и модифицируемых факторов для снижения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний при небольшом стаже работы в условиях профессионального стресса. В дальнейшем при возрастании стажа исследуемая корреляционная связь не проявлялась и были установлены другие зависимости.

В первой стажевой группе $p_{\text{преморб.}}$ также зависит от повышения ДАД ($r=0,38$, $p=0,048$), уровня в крови триглицеридов (ТГ) ($r=0,4$, $p=0,04$), снижения лизоцима в сыворотке крови ($r=-0,39$, $p=0,047$). У малостажированных сотрудников риск развития преморбидных состояний связан с редукцией суммарной мощности ТР ВСП ($r=-0,89$, $p<0,0001$), снижением в спектре ВСП относительной доли парасимпатического компонента HF% ($r=-0,47$, $p=0,011$) и увеличением доли гуморально-метаболических влияний VLF% ($r=0,42$, $p=0,026$). Доля лиц с повышенными значениями VLF% в спектре ВСП (от 42 до 74,3%, среднее - $55,5 \pm 11,3$ %) составила 50%, в основном за счет инспекторов со стажем в профессии 3–4 года. Данные изменения расцениваются

специалистами как неблагоприятные признаки неудовлетворительной адаптации ССС [2], нервно-эмоционального напряжения, могут являться предикторами кардиоваскулярной патологии [9, 10]. При этом в малостажированной группе отмечались лица (31,8%) с очень низкими значениями показателя ТР ($806,7 \pm 180,4$ мс²/Гц), что не соответствует норме для возрастной категории (20-39 лет) и указывает на дизрегуляторные нарушения. Регистрируемый рост вероятности $p_{\text{преморб.}}$ у сотрудников ДПС после 2-3 лет стажа согласуется с результатами изучения заболеваемости, которые указывают на резкое увеличение числа болевших лиц после двух лет работы ($RR=2,1$; $CI=1,14-3,77$). Исследование иммунологического статуса выявило значительное достоверное снижение активированных Т-лимфоцитов (CD25) у лиц первой стажевой группы по сравнению со второй и третьей (37,9% против 11,9% и 15,6% соответственно). При этом зарегистрированное снижение числа CD25, относительного числа Т-лимфоцитов-хелперов (CD4) и уровня Se в крови у малостажированных работников коррелировало с повышением уровня САД ($r=-0,39$, $p=0,036$; $r=-0,56$, $p=0,008$; $r=-0,58$, $p=0,002$). Отмечено, что в данной стажевой группе риск повышения САД связан с недостаточностью реактивности симпатической нервной системы (снижением показателя LF%) при проведении АОП ($r=-0,41$, $p=0,03$). Повышение ДАД также связано со сниженным уровнем Se в крови ($r=-0,4$, $p=0,048$) и увеличением в крови относительного числа Т-лимфоцитов-супрессоров (CD8) ($r=0,42$, $p=0,03$). Уменьшение относительного и абсолютного количества натуральных киллеров CD16 (NK-клеток) выявлено при увеличении показателя VLF% ($r=-0,57$, $p=0,002$, $r=-0,39$, $p=0,04$) и при активации симпатической нервной системы (СНС, показатель LF/HF) ($r=-0,62$, $p=0,001$, $r=-0,40$, $p=0,04$). Парасимпатическая нервная система (ПСН, показатель HF%) оказывает положительное влияние на повышение пула NK-клеток ($r=0,66$, $p=0,0002$) и отрицательное на содержание CD8 ($r=-0,48$, $p=0,01$) и CD3 ($r=-0,41$, $p=0,04$) у малостажированных сотрудников.

При воздействии стрессорных факторов происходят разнонаправленные сдвиги субпопуляций клеток лимфоцитов, которые зависят от особенностей вегетативных и гуморально-метаболических влияний. В целом в группе автоинспекторов наблюдались иммуноингибирующий эффект и супрессия иммунной защиты, характерные для хронического стресса, что выражалось в снижении абсолютного и относительного количества клеток основных субпопуляций: CD3 у 28,7% обследованных, CD4 – 36,5%, иммуно-регуляторного индекса (CD4/CD8) – 63,5%, CD25 – 20%, CD19 – 13%. При этом отмечались повышенные уровни NK-клеток у 39% лиц. При сравнении сывороточных концентраций иммуноглобулинов трех основных классов относительно величин физиологической нормы было выявлено снижение содержания IgG в 36,5%, IgM в 28,7% и повышение IgA в 14,8% случаев.

Во второй стажевой группе инспекторов ДПС вероятность $p_{\text{преморб.}}$ возрастает с увеличением ИМТ ($r=0,32$, $p=0,046$) и уровня ТГ ($r=0,37$, $p=0,02$). Процесс адаптации и развитие донозологических состояний ($p_{\text{доноз.}}$) связано с активацией иммунных реакций, в частности с увеличением популяции активированных CD25 Т-лимфоцитов ($r=0,34$, $p=0,03$). При этом в нейрогуморальной регуляции ВСР доля лиц с высокими значениями показателя VLF% ($54,6 \pm 9,9\%$) снизилась до 27,2% и в 42,9% случаев регистрировалась симпатикотония; компонент LF% в спектре ВСР составлял в среднем $46,9 \pm 5,5\%$. На данном этапе повышение влияния СНС (показателя LF, мс²/Гц) приводит к росту абсолютного числа общего количества Т-лимфоцитов CD3 ($r=0,49$, $p=0,001$) и популяций клеток: CD4 ($r=0,42$, $p=0,02$), CD8 ($r=0,40$, $p=0,01$), CD16 ($r=0,33$, $p=0,04$). Увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и СН регуляторных систем влияло на количество активированных Т-лимфоцитов (CD25) ($r=0,39$, $p=0,01$, $r=0,34$, $p=0,04$). Повышение уровня САД

имело прямую зависимость от отмеченных иммунных реакций и обратную от наличия дефицита Se ($r=-0,44$, $p=0,01$).

В третьей стажевой группе связь уровня $p_{\text{преморб.}}$ от метаболических нарушений становится более значимой: в зависимости от повышения уровня глюкозы ($r=0,43$, $p=0,006$) и альбумина в сыворотке крови ($r=0,36$, $p=0,02$), снижения содержания липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) ($r=-0,39$, $p=0,01$). Вероятность патологических состояний увеличивается при уменьшении общего числа лимфоцитов ($r=-0,32$, $p=0,04$), увеличении сегментоядерных форм ($r=0,38$, $p=0,01$) и ЛИИм ($r=0,33$, $p=0,037$). Неблагоприятным признаком в регуляции ВСП у 55,6% лиц отмечается преобладание медленного гуморально-метаболического фактора влияния, который не способен обеспечить быстрое адекватное изменение функций ССС [9].

Проблема антистрессорной защиты организма и кардиоваскулярного риска усугубляется недостатком важного микроэлемента антиоксидантной системы селена [11]. Дефицит микроэлемента был выявлен у 42,7% автоинспекторов. Пределы колебаний Se в крови у сотрудников ДПС составили 0,035-0,129 мкг/см³, среднее значение – 0,057±0,015 мкг/см³. Была установлена наиболее выраженная достоверная зависимость уровня САД от концентрации Se в крови, которая оценивалась на основе уравнения полиномиальной регрессии второй степени $y=17088 \cdot x^2 - 3285,4 \cdot x + 272,26$, с величиной коэффициента аппроксимации $R^2=0,47$, $p=0,0001$. Оптимальный диапазон концентраций Se в организме очень узкий, и неконтролируемое применение селеносодержащих препаратов может вызвать токсическое действие и даже обратный эффект развития артериальной гипертензии при содержании Se на уровне верхней границы нормы и выше [12]. В целях профилактики безопаснее достигать физиологических оптимумов Se с помощью применения иммуномодулирующих препаратов, в состав которых не входит данный микроэлемент. Интересный факт коррекции уровня Se в организме при использовании антиоксидантных и иммунокорректирующих средств, не содержащих селена, был установлен сотрудниками ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора после проведения медикаментозной терапии среди работников химических производств с отклонениями содержания селена ниже нормальных значений [4, 5]. Было сделано предположение, что выявленная динамика может быть связана с активацией иммунных процессов, сбалансированностью процессов антиоксидантной защиты под влиянием примененной терапии и свойствами витаминов повышать биодоступность селена, содержащегося в пище [5].

Заключение

Результаты исследования указывают на целесообразность проведения углубленного медицинского обследования лиц, работающих в условиях профессионального стресса и комплексного воздействия вредных производственных факторов, уже после первых 2 лет работы в профессии для предупреждения развития вегетативных нарушений и стойкой профессиональной патологии. Ранними маркерами неудовлетворительной адаптации являются дизрегуляторные нарушения в регуляции ВСП (редукция общей мощности спектра ВСП, нарушение вегетативного баланса, увеличение доли гуморально-метаболических влияний), снижение активированных Т-лимфоцитов в иммунограмме, а также дефицит Se в крови.

Список литературы:

1. Измеров Н.Ф. Профессиональная патология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
2. Баевский Р.М., Орлов О.И. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции: монография. Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН. М.: ТЕХНОСФЕРА; 2016.
3. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А. и др. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе. М.: Издательство РАМН; 2002.
4. Федотова И.В., Ипполитова В.П., Мухина И.Н. Возможность использования определения содержания селена в плазме крови и моче для социально-гигиенического мониторинга в профессиональных группах. Материалы Всероссийской конференции: Медицина труда: Реализация Глобального плана действия по здоровью работающих. М.: 2008.
5. Федотова И.В., Ипполитова В.П. Применение метода определения селена в плазме крови для мониторинга состояния здоровья рабочих химических производств. Окружающая среда и здоровье населения: Сб. трудов научно-практ. конференции. Курск; 2008.
6. Федотова И.В., Черникова Е.Ф. Стресс как фактор профессионального риска у сотрудников дорожно-патрульной службы. Гигиена и санитария. 2016; № 7: 617-622.
7. Тимашева Г.В., Масыгутова Л.М., Репина Э.Ф., Фагамова А.З. Диагностика ранних метаболических нарушений у работников промышленного птицеводства. Медицина труда и экология человека. 2019; № 2: 45-52.
8. Гимаева З.Ф., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Капцов В.А., Калимуллина Д.Х. Риски развития сердечно-сосудистых заболеваний и профессиональный стресс. Анализ риска здоровью. 2017; №1:106-115.
9. Миронова Т.Ф., Мордас Е.Ю., Шмонина О.Г. Комплексное действие профессиональных неблагоприятных условий и кардиоваскулярный риск. Профилактическая медицина. 2019; № 22 (4): 17-23.
10. Мелентьев А.В. Подходы к профилактике кардиоваскулярного риска у рабочих промышленных предприятий. Здоровье населения и среда обитания. 2012; № 9 (234):12-14.
11. P. Gas, D. Urbanik, N. Pawlasd et al. Total antioxidant status reduction conditioned by a serum selenium concentration decrease as a mechanism of the ultrasonographically measured brachial artery dilatation impairment in patients with arterial hypertension. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2020;Vol.75. doi:10.1016/j.etap.2020.103332.
12. M. Bastola, C. Locatis, R. Maisiak, P. Fontelo Selenium, copper, zinc and hypertension: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (2011–2016). BMC Cardiovasc Disord. 2020 doi: 10.1186/s12872-020-01355-x.

References:

1. Izmerov N.F. Occupational pathology: national leadership. M. : GEOTAR-Media; 2011.
2. Baevsky R.M., Orlov O.I. Methods and instruments of space cardiology aboard the International Space Station: monograph. State Scientific Center of the Russian Federation - Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences. M. : TECHNOSPHERE; 2016.
3. Tutelian V.A., Knyazhev V.A., Khotimchenko S.A. et al. Selenium in the human body: metabolism, antioxidant properties, role in carcinogenesis. M. : RAMS Publishing house; 2002.

4. Fedotova I.V., Ippolitova V.P., Mukhina I.N. The possibility of using the determination of selenium content in blood plasma and urine for social and hygienic monitoring in occupational groups. Materials of the All-Russian Conference: Occupational health: Implementation of the Global Plan of Action for Workers' Health. М .: 2008.
5. Fedotova I.V., Ippolitova V.P. Application of a method for determining selenium in blood plasma to monitor the health status of chemical workers. Environment and public health: Proceedings of scientific and practical. conferences. Kursk; 2008.
6. Fedotova I.V., Chernikova E.F. Stress as a factor of occupational risk among road patrol officers. Hygiene and sanitation. 2016; No. 7: 617-622.
7. Timasheva G.V., Masyagutova L.M., Repina E.F., Fagamova A.Z. Diagnosis of early metabolic disorders in industrial poultry workers. Occupational health and human ecology. 2019; No. 2: 45-52.
8. Gimaeva Z.F., Karimova L.K., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Kalimullina D.Kh. Risks of developing cardiovascular disease and occupational stress. Health Risk Analysis. 2017; No. 1: 106-115.
9. Mironova T.F., Mordas E.Yu., Shmonina O.G. The complex effect of occupational adverse conditions and cardiovascular risk. Preventive Medicine. 2019; 22 (4): 17-23.
10. Melentiev A.V. Approaches to the prevention of cardiovascular risk in industrial workers. Public health and environment. 2012; 9 (234): 12-14.
11. P.Gac, D.Urbanikc, N.Pawlasd et al. Total antioxidant status reduction conditioned by a serum selenium concentration decrease as a mechanism of the ultrasonographically measured brachial artery dilatation impairment in patients with arterial hypertension. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2020; Vol.75. doi:10.1016/j.etap.2020.103332.
12. M. Bastola, C. Locatis, R. Maisiak, P. Fontelo. Selenium, copper, zinc and hypertension: an analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (2011–2016) BMC Cardiovasc Disord. 2020 doi: 10.1186/s12872-020-01355-x.

Поступила/Received: 06.03.2020

Принята в печать/Accepted: 20.05.2020

УДК 616 – 057:613.63/.65

ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Умнягина И.А.¹, Трошин В.В.¹, Владыко Н.В.²

¹ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, г. Нижний Новгород

²Областной центр профпатологии на базе ГБУЗ НО «Городская больница №7 г. Дзержинска»

За последние годы в Нижегородской области отмечается устойчивая тенденция уменьшения профессиональной заболеваемости. Цель работы – провести анализ показателей профессиональной заболеваемости на территории Нижегородской области за последние годы, сопоставить их с данными по Российской Федерации (РФ), оценить влияние ряда факторов на изучаемые показатели. Полученные результаты свидетельствуют о наличии ряда общих для области и РФ факторов, существенно влияющих на уровень профессиональной заболеваемости, а также ряда местных причин, обуславливающих более низкие цифры данного показателя по Нижегородской области.

Ключевые слова: профессиональная заболеваемость, условия труда, периодические медицинские осмотры.

Для цитирования: Умнягина И.А.¹, Трошин В.В.¹, Владыко Н.В.² ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:59-64

Для корреспонденции: Трошин Вячеслав Владимирович, заведующий клиническим отделом ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора, к.м.н., e-mail: vecheslavl@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10209>

PROBLEMS OF DETECTION OCCUPATIONAL DISEASES IN MODERN SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS BY THE EXAMPLE OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Umnyagina I.A.¹, Troshin V.V.¹, Vladyko N.V.²

1-FBSI “Nizhny Novgorod research institute for hygiene and occupational pathology”, Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare, Nizhny Novgorod, Russian Federation

2- Regional center of occupational pathology, SRCH "City Hospital No. 7 in Dzerzhinsk", Dzerzhinsk, Russian Federation

In recent years, in the Nizhny Novgorod region there has been a steady tendency toward a decrease in occupational morbidity. The purpose of the work is to analyze the indicators of occupational morbidity in the territory of the Nizhny Novgorod Region in recent years, compare them with the data for the Russian Federation, evaluate the influence of a number of factors on the studied indicators. The results obtained indicate the presence of a number of factors common to the region and the Russian Federation that significantly affect the level of occupational morbidity, as well as a number of local reasons that cause lower figures for this indicator in the Nizhny Novgorod region.

Key words: occupational morbidity, working conditions, periodic medical examinations.

For citation: Umnyagina I.A.¹, Troshin V.V.¹, Vladyko N.V.² PROBLEMS OF DETECTION OCCUPATIONAL DISEASES IN MODERN SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS BY THE EXAMPLE OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:59-64.

For correspondence: Vyacheslav V. Troshin, Head of the Clinical Department of the Federal State Budget Scientific Research Institute of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, MD, PhD, e-mail: vecheslavl@yandex.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10209>

Высокий показатель профессиональной заболеваемости (ПЗи) классически свидетельствует о неблагоприятной ситуации с условиями труда на том или ином предприятии, в различных отраслях промышленности или регионах, является индикатором наличия или отсутствия вредных условий труда [2, 4].

Однако в современных социально-экономических условиях показатель ПЗи утратил свои индикативные функции в отношении условий труда. Примером этого является ситуация с выявлением профессиональных заболеваний (ПЗ) в Нижегородской области (НО).

Цель работы – провести анализ показателей профессиональной заболеваемости на территории Нижегородской области за последние годы, сопоставить их с данными по Российской Федерации, оценить влияние ряда факторов на изучаемые показатели.

Материалы и методы

Проведен анализ выявления ПЗ на территории НО по материалам ежегодных отчетов профпатологической службы за 2015-2018 гг. в сопоставлении с уровнем ПЗи по РФ. Предпринята попытка оценить влияние ряда социально-экономических факторов на уровень ПЗи.

Результаты и обсуждение

Как видно из данных таблицы, последние годы по Нижегородской области отмечается устойчивая тенденция уменьшения количества регистрируемых ПЗ, причем уровень ПЗи, рассчитанный на 10000 работников примерно в два раза ниже, чем в среднем по России.

Таблица

Показатель первичной профессиональной заболеваемости по данным управления Роспотребнадзора по Нижегородской области и РФ за 2015-2018 гг.

Год	2015	2016	2017	2018
на 10000 работников НО	1,19	0,86	0,90	0,62
количество человек с установленным диагнозом профессионального заболевания в НО	120	84	84	64
на 10000 работников РФ	1,63	1,47	1,31	1,17

Однако и среднероссийский показатель ПЗи отмечает устойчивую тенденцию к снижению за последние годы, что свидетельствует о наличии не только местных факторов, влияющих на этот показатель, но и общих причин, характерных для современного социально-экономического положения страны.

Остановимся более подробно на местных факторах, которые могут оказывать влияние на показатель ПЗи.

Рассмотрим наличие и доступность специализированной профпатологической медицинской помощи. На территории НО успешно функционируют два специализированных медицинских учреждения. ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора располагает стационаром на 60 коек и консультативной поликлиникой на 75 посещений в смену. Областной Центр профпатологии на базе ГБУЗ НО «Городская больница №7 г. Дзержинска» имеет 45 коек, консультативную поликлинику на 50 посещений в смену. Можно отметить, что имеющееся количество профпатологических коек кратно (в 5 раз) превышает расчетное число, рекомендованное Минздравом РФ для НО.

За год стационарное обследование и лечение проходит около 1700 больных с ПЗ и работающих во вредных условиях труда. Поликлиническое профпатологическое обследование за год проходит около 10000 работающих во вредных условиях труда и больных с ПЗ. Таким образом, в НО области имеется профпатологическая служба, проблем с доступностью обследования у профпатологов при подозрении на профзаболевание нет.

Уровень ПЗ традиционно напрямую должен зависеть от условий труда. Условия труда на предприятиях области, по данным Управления Роспотребнадзора по НО, остаются стабильными за последние годы, а удельный вес работников, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, значимо не отличается от среднероссийских показателей (2018 г.): РФ – 37,9%; НО – 38,6%.

Социально-экономические показатели НО существенно не отличаются от усредненных данных по РФ. Так, по данным Росстата среднедушевые доходы населения в месяц по НО в 2017 г. составили 30742 рубля, по РФ - 31422 рубля. Численность врачей всех специальностей (на 10 тыс. нас.) по НО 46,8, по РФ - 47,5 [5]. Данный фактор не может объяснить разницу в уровнях ПЗи.

Оценка структуры занятости населения обнаружила некоторые отличия между Нижегородской областью и усредненными данными по РФ. В НО практически отсутствует добывающая промышленность (0,1% населения занят добычей полезных ископаемых, а по РФ - 1,6%), в то же время более существенная доля населения трудится в обрабатывающем производстве (20,8% против 14,2% по РФ) [5]. Показатели ПЗи при добыче полезных ископаемых в РФ более чем в 10 раз выше, чем в обрабатывающем производстве [2].

После внедрения специальной оценки условий труда (СОУТ), начиная с 2014 г. условия труда в НО, как и в целом по РФ, стали улучшаться. Так, по данным Министерства труда и социальной защиты, оптимальные и допустимые условия труда по результатам СОУТ составили: в целом по РФ - 79,7%, по НО – 76,1% [3]. По мере накопления данных СОУТ возможно влияние данного фактора на уровень ПЗи за счет уменьшения количества рабочих мест с вредными и опасными условиями труда. Но данный фактор – общий, как для НО, так и для РФ.

Отмечено снижение качества проведения периодических медицинских осмотров (ПМО) на территории НО, о чем свидетельствует не только уменьшение выявления ПЗ, но и общесоматических заболеваний на 1000 осмотренных с 35,9 в 2015 г. до 26,1 в 2018 при увеличивающемся охвате работников на ПМО.

Обобщая опыт работы ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора, Областного центра профпатологии и данные научных публикаций, факторы, ведущие к недостаточной выявляемости ПЗ в НО, условно можно разделить на три группы: общие проблемы выявления ПЗ в РФ,

объективные причины уменьшения выявления ПЗ в последние годы, причины более низкой ПЗи в НО по сравнению с РФ.

Общие проблемы выявления ПЗ в РФ

1. Имеются особенности национальной системы регистрации ПЗ без учета несчастных случаев на производстве, что обуславливает трудности при прямом сопоставлении ПЗи в РФ и ряде других стран.
2. Проблема профессионально-обусловленных заболеваний, отсутствие их в системе социальной защиты работающих и, как следствие, в системе статистического учета в РФ.
3. «Списочный» принцип диагностики ПЗ, что уменьшает возможности регистрации заболеваний как профессиональных по сравнению с рекомендованным Международной организацией труда принципом «список + определение ПЗ».
4. Традиционная нацеленность отечественных профпатологов на регистрацию хронических, стойких форм ПЗ, как следствие, малая доля острой профессиональной патологии в структуре ПЗ (возможно из-за длительности самой процедуры диагностики ПЗ).
5. Финансирование ПМО за счет работодателей, что совместно с действующей системой социального страхования работающих во вредных и опасных условиях труда создает финансовую заинтересованность как работодателя, так и медицинских организаций (МО) в «недовыявлении» ПЗ.
6. Недостаточный уровень социальной защиты работника при установлении диагноза ПЗ. Уровень компенсаций степени утраты трудоспособности, зависящий от степени функциональной недостаточности, создает экономическую незаинтересованность работника в диагностике начальных форм ПЗ.
7. Нереализованность в большинстве регионов РФ декларации об обязательном обследовании стажированных работников, работающих во вредных условиях труда 5 и более лет, в центрах профпатологии (ЦПП), хотя имеются данные, что обследование стажированных работников в ЦПП увеличивает выявление ПЗ в несколько раз.
8. Различная ведомственная принадлежность МО, выполняющих функции ЦПП, не способствует единым подходам к диагностике ПЗ.

Данная группа факторов объясняет существенные отличия уровня ПЗи в РФ с рядом других стран, что зависит в том числе от различных подходов к статистическому учету.

Объективные причины уменьшения выявления ПЗ за последние годы

1. Ликвидация системы промышленной медицины в стране привела к тому, что обслуживание работающих во вредных и опасных условиях труда было возложено на МО различных форм собственности, зачастую не располагающих штатом соответствующих специалистов или не имеющих возможности предоставить специалистам достаточно времени для работы с больными при подозрении на ПЗ.
2. Изменение структуры занятости населения, значимое перемещение рабочей силы в сферу обслуживания, все большая доля в структуре промышленности мелких и средних предприятий.
3. Отсутствие объективных данных об условиях труда на мелких предприятиях, в сфере обслуживания.

4. Уменьшение числа занятых в традиционных отраслях с вредными условиями труда, сокращение стажа работы в этих условиях. Недооценка негативного влияния на здоровье работников физических перегрузок и биологического фактора.
5. Улучшение условий труда на вновь вводимых современных обрабатывающих производствах.
6. Финансирование СОУТ напрямую работодателем, качество СОУТ, ведущее к сокращению числа рабочих мест с вредными и опасными условиями труда.
7. Законодательные ограничения контроля условий труда со стороны независимых от работодателя государственных структур (Роспотребнадзор, государственная инспекция охраны труда).
8. Значительная занятость населения в теневом секторе экономики (20,9% НО, 13,2% РФ).
9. Существенная доля временных трудовых мигрантов на определенных видах вредных работ (строительство, сельское хозяйство).
10. Нацеленность национального здравоохранения в последние годы на решение первоочередных проблем, влияющих на заболеваемость и смертность населения (сердечно-сосудистые и онкологические заболевания).

Данная группа факторов объясняет, в первую очередь, влияние социально-экономических условий, сложившихся в РФ в данный период, на показатели ПЗи.

Причины более низкой ПЗи в НО по сравнению с РФ

1. Структура занятости населения, практически полное отсутствие в НО добывающей промышленности, в которой сохраняется высокая выявляемость ПЗ в РФ.
2. Проблемы с медицинским обслуживанием работающих на предприятиях после ликвидации системы промышленной медицины. От 70 до 90% ежегодно регистрируемых по области ПЗ выявляется на крупном предприятии, сохранившим собственную медицинскую службу.
3. Невысокое качество ПМО, которые все больше осуществляются частными МО (64% всех ПМО по Нижнему Новгороду).

Показатель ПЗи превратился, по сути, в показатель успешности или не успешности функционирования медицинской службы области, осуществляющей наблюдение за работающими во вредных и опасных условиях труда, а также в показатель наличия или отсутствия консенсуса между МО и работодателем по вопросу выявления и регистрации ПЗ.

Есть ряд общепризнанных причин, влияющих на полноту регистрации ПЗ во всем мире [6]. К ним относятся: боязнь работника потерять работу; недостаточная квалификация врачей в выявлении профессионально обусловленных заболеваний; недостаточная проработанность законов в сфере охраны здоровья работающих; правовая и экономическая заинтересованность различных групп в сокрытии ПЗ.

Вывод. По данным проведенного анализа, низкие показатели профессиональной заболеваемости в НО обусловлены в первую очередь структурой занятости населения. Общие тенденции снижения профессиональной заболеваемости, как по области, так и в целом в РФ, обусловлены, по нашему мнению, недостаточной проработанностью законов в сфере охраны здоровья работающих; правовой и экономической заинтересованностью различных групп в сокрытии ПЗ в современных социально-экономических условиях.

Список литературы:

1. Валеева Э.Т., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р. О причинах низкой выявляемости профессиональных заболеваний в Республике Башкортостан. Мед. труда и пром. экол. 2019; 59 (9). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-578-579>
2. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России. Мед. труда и пром. экол. 2019; 59 (9). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532>
3. Министерство социальной политики Нижегородской области. Информационный бюллетень «Условия и охрана труда в Нижегородской области» № 26 за 2018 год. Нижний Новгород, 2019.
4. Измеров Н.Ф., ред. Профессиональная патология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: P32 Стат. сб. Росстат. М.: 2018.
6. Levy B.S., Wegman D.H., Baron S.L. Occupational Health: Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury, Fourth Edition, 2000.

References:

1. Valeeva E.T., Bakirov A.B., Shaykhlislamova E.R. The causes of low detection of occupational diseases in the Republic of Bashkortostan. Occupational health and industrial ecology. 2019 59 (9). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-5-5-5-579>
2. Bukhtiyarov I.V. The current state and main trends of preserving and promoting the health of the Russian working population. Occupational health and industrial ecology. 2019 59 (9). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532>
3. The Ministry of Social Policy of the Nizhny Novgorod Region. Information bulletin "Conditions and labor protection in the Nizhny Novgorod region" No. 26 for 2018. Nizhny Novgorod, 2019. 40 p.
4. Occupational pathology: national manual. Ed. N.F. Izmerov. M.: GEOTAR-Media, 2011.
5. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2018: P32 Stat. Col. Rosstat. M.: 2018.
6. Levy B.S., Wegman D.H., Baron S.L. Occupational Health: Recognizing and Preventing Work-Related Disease and Injury, Fourth Edition, 2000.

Поступила/Received: 05.03.2020

Принята в печать/Accepted: 03.06.2020

УДК 613.2

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ОСНОВАНИИ АНКЕТНЫХ ДАННЫХ И МЕДИЦИНСКОГО ОСМОТРА ЖИТЕЛЕЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Хисматуллин Д.Р.^{1,2}, Чигвинцев В.М.², Кирьянов Д.А.^{1,2}¹ ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
Пермь, Россия² ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровья населения»

В статье рассматривается влияние потребления основных пищевых продуктов на развитие заболеваемости. В ходе математического анализа были получены модели, описывающие зависимость возникновения болезней от потребляемых продуктов питания. Результаты моделирования были подвергнуты проверке на статистическую достоверность и биологическое правдоподобие. Полученные данные были согласованы с литературными данными. Установлена сила влияния продуктов питания на возникновение заболеваемости.

Ключевые слова: питание, анкетирование, здоровье, заболеваемость.

Для цитирования: Хисматуллин Д.Р.^{1,2}, Чигвинцев В.М.², Кирьянов Д.А.^{1,2}. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ОСНОВАНИИ АНКЕТНЫХ ДАННЫХ И МЕДИЦИНСКОГО ОСМОТРА ЖИТЕЛЕЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:65-70

Для корреспонденции: Хисматуллин Дмитрий Расулевич, лаборант-исследователь ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, e-mail: hisdr@fcrisk.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10210>

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FOOD CONSUMPTION ON THE DEVELOPMENT OF MORBIDITY BASED ON THE QUESTIONNAIRE AND HEALTH CHECK-UPS OF RESIDENTS OF THE PERM REGION AND THE IRKUTSK REGION

Khismatullin D.R.^{1,2}, Chigvintsev V.M.², Kiryanov D.A.^{1,2}¹ Perm State National Research University, Perm, Russia² Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies for public health risk management "

The article discusses the effect of consumption of basic foodstuffs on the development of morbidity. In the course of mathematical analysis, models were obtained that describe the dependence of the occurrence of diseases on consumed food. The simulation results were tested for statistical validity and biological likelihood. The data obtained were consistent with the literature data. The strength of the influence of food on the occurrence of morbidity is established.

Key words: nutrition, questionnaire, health, incidence.

For citation: Khismatullin D.R.,^{1,2}, Chigvintsev V.M.², Kiryanov D.A.^{1,2}. ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FOOD CONSUMPTION ON THE DEVELOPMENT OF MORBIDITY BASED ON THE QUESTIONNAIRE AND HEALTH CHECK-UPS OF RESIDENTS OF THE PERM REGION AND THE IRKUTSK REGION.

Occupational Health and Human Ecology. 2020: 2:65-70

For correspondence: Dmitry R. Khismatullin, laboratory assistant at the FSBI Federal Research Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being, e-mail: -hisdr@fcrisk.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10210>

Введение

Пища – один из значимых факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека. Рациональное питание является основой здоровья человека, способствует сохранению естественной и приобретенной невосприимчивости человека к различным заболеваниям и стрессу. В условиях современной экологической обстановки качество продукции, потребляемое человеком, приобретает особое значение. Современная жизнь трактует обязательность знания информации о грамотном питании. Большую ценность несет информация о пользе и вреде чрезмерного или недостаточного потребления продуктов питания. Эпидемиологические исследования подтвердили, что у той группы населения, которая употребляет относительно высокое количество плодов и овощей, вероятность развития рака, сердечно-сосудистых заболеваний и других возрастных болезней довольно низкая. Также достаточно хороша изучена защитная роль витаминов С, Е, каротина, селена, содержащихся в фруктах и овощах.

Неправильное и несбалансированное питание имеет доказанный вред. Достоверно доказано, что чрезмерное потребление продуктов, богатых быстрыми углеводами (выпечка, сладкие напитки), крайне негативно влияет на здоровье полости рта, сердечно-сосудистой и эндокринной систем [6]. Чрезмерное употребление красного мяса, в частности жареного или приготовленного на дыму, в значительной степени увеличивает риск возникновения новообразований [8].

В течение последних лет одной из актуальных проблем большинства стран мира является сбалансированное питание, точнее, его отсутствие. На данный момент существует обширный пласт данных [4, 5, 7], указывающих на вероятное развитие или снижение заболеваемости от особенностей питания. Рациональное питание складывается из равнозначных компонентов: финансовые возможности человека и его семьи, наличие на потребительском рынке широкого ассортимента свежих, высококачественных, безопасных для здоровья человека продуктов питания, рациональные способы их приготовления и употребления, знания о пользе продуктов питания. Грамотность в вопросах рационального питания позволяет если не исключить, то значительно ослабить роль финансового компонента [1].

Материалы и методы

В целях подробного изучения рациона питания была разработана анкета, включающая в себя информацию о потреблении продуктов питания: типах продуктов (мясо, рыба, овощи и фрукты, соль, сахар и т.д.), особенностях потребления (суточное потребление), количестве потребления продукта в неделю; доля типов приготовления.

Всего в анкетировании приняли участие 798 человек, из них 431 человек – работники нефтегазовой промышленности (Пермский край) и цветной металлургии (Иркутская область) и 367 человек – учащиеся образовательных учреждений.

В ходе проведенного статистического анализа был установлен диапазон значений потребления каждого исследуемого продукта питания различными группами населения и соотнесен с существующими нормами потребления.

Наравне с анкетированием у опрошенных групп населения был проведен медицинский осмотр, позволивший выявить различные отклонения здоровья.

На основании данных медицинского осмотра и результатов анкетирования опрошенных были построены логистические регрессионные модели зависимости возникновения заболеваемости от недостаточного или избыточного потребления продуктов. Искомая зависимость записывается в следующем виде:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x)}}$$

где x – количество потребления продукта питания, соотнесенного с нормой;

b_0, b_1 – параметры модели.

Полученные в результате моделирования зависимости были проверены по критериям биологической правдоподобности и статистической достоверности.

Результаты и обсуждения

В результате анализа анкетных данных получены 29 достоверных моделей, указывающих на зависимость возникновения заболеваемости от потребления различных продуктов питания. Среди полученных моделей наиболее распространенным классом заболеваемости, ассоциированным с потреблением продуктов питания, стал класс заболеваемости новообразованиями. Все полученные модели имели достоверность $p < 0,05$.

Потребление мукомольно-крупяных продуктов выше рекомендуемой нормы, в частности злаковых каш, благотворно влияет на снижение вероятности развития болезней системы кровообращения. Параметры полученной модели: $b_0 = -0,37$; $b_1 = -0,23$; $R^2 = 0,41$; $p = 0$. Литературные данные называют одной из возможных причин такого снижения наличие злаков антоцианов, растительного гликозида, встречающегося во многих растениях. Утверждается, что питание, богатое злаками, способно оказывать антиоксидантный, противораковый эффекты, регулировать массу тела, снижать уровень липидов в крови, обладает гепопротекцией [10]. Основываясь на полученных закономерностях, можно сделать выводы о том, что потребление мукомольно-крупяных изделий в два раза выше нормы снизит заболеваемость болезнями системы кровообращений на 14%.

Чрезмерное потребление мяса и мясных продуктов повышает вероятность развития новообразований. Параметры идентифицированной модели: $b_0 = -3,71$; $b_1 = 0,26$; $R^2 = 0,56$; $p = 0$. На данный момент накопилось обширное количество литературных данных, связывающих красное мясо и возникновение раковых заболеваний. Согласно Международному агентству по изучению рака (МАИР), красное мясо выделено как «вероятно канцерогенное», а обработанное красное мясо (жареное, приготовленное на углях, вяленое, колбасы и т.д.) – «потенциально канцерогенное». Такие выводы МАИР делает на основе актуальных научных данных.

Канцерогенность красного мяса связывают с содержанием в нем целого ряда химических веществ. Например, доказано, что канцерогенные химические вещества как полициклические ароматические углеводороды и гетероциклические ароматические амины образуются в мясе во время консервирования или жарки на дыму, а также термической обработки при высоких температурах. Но ароматические соединения не единственные вещества, способные вызвать развитие новообразований. Поллютанты окружающей среды, такие как некоторые тяжелые металлы, полихлорированные дибензодиоксины, дибензофураны и другие стойкие органические соединения встречаются чаще в приготовленном мясе, чем в сыром, провоцируя развитие опухолей при потреблении [8]. Опираясь на полученные зависимости, можно предположить, что потребление мяса, увеличенное на 50%, повышает заболеваемость новообразованиями на 13%.

С другой стороны, белое мясо также обладает канцерогенным эффектом, особенно приготовленное аналогично, как и красное мясо, на дыму или с использованием консервантов. Эти данные подтверждают полученную математическую модель, указывающую на возрастающий риск возникновения новообразований от превышения нормы потребления мяса птицы. Параметры полученной модели: $b_0=-3,95$; $b_1=0,49$; $R^2=0,39$; $p=0$. В целом именно содержание поллютантов в обоих видах мяса является первостепенным фактором риска для возникновения новообразований [8]. Исходя из анализа полученной модели, можно предположить, что увеличение потребления мяса птицы на 20%, повышает вероятность заболевания новообразованиями на 10%.

Установлена модель, описывающая ассоциированную зависимость между потреблением рыбы и рыбных продуктов выше рекомендуемой нормы и возникновением новообразований. Параметры полученной модели: $b_0=-4,42$; $b_1=0,72$; $R^2=0,43$; $p=0$. По результатам существующих исследований, при потреблении рыбы, в частности обработанной, увеличивается риск развития рака пищеварительного тракта. Также когортные исследования, проводимые по базам MEDLINE и EMBASE, показали вероятную корреляцию между потреблением рыбных продуктов и развитием колоректального рака [9]. Можно предположить, опираясь на полученные закономерности, что увеличение потребления рыбы на 2%, повышает вероятность возникновения рака на 7%.

Положительное влияние рыбы и рыбных продуктов на центральную нервную систему связывают с наличием в рыбе полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Омега-3 ПНЖК положительным образом влияет на эластичность мозга, играет важную роль в нейрогенезе, нейротрансмиссии, нейропротекции и является необходимой для развития мозга человека. Омега-3 ПНЖК играет важную роль в развитии мозга плода и дальнейшем развитии когнитивных способностей детей [3]. Данные подкрепляются полученной моделью, показывающей связь между потреблением рыбы выше рекомендуемой суточной нормы и снижением болезней нервной системы. Параметры найденной модели: $b_0=-0,005$; $b_1=-0,12$; $R^2=0,39$; $p=0$. Полученные закономерности позволяют предположить, что потребление рыбы в два раза выше нормы снижает вероятность развития болезней нервной системы на 6%.

Идентифицирована модель с параметрами $b_0=-0,09$; $b_1=-0,99$; $R^2=0,81$; $p=0$, показывающая взаимосвязь между потреблением фруктов и снижением болезней системы кровообращения – положительное влияние потребления фруктов и овощей на снижение болезней системы кровообращения. Литературные источники связывают данный положительный эффект с воздействием клетчатки. Также, благодаря фруктам, поддерживается защита эндотелиальной функции сосудов, регулируется метаболизм липидов, модулируется кровяное давление, подавляется тромбоз, уменьшается окислительный стресс [2]. На основании полученной

закономерности мы можем предположить, что снижение потребления фруктов на 10% ниже нормы, увеличивает вероятность развития болезней системы кровообращения на 7%.

Модель, описывающая взаимосвязь снижения болезней органов пищеварения и потребления хлебобулочных изделий ниже рекомендуемой суточной нормы, имеет следующие параметры: $b_0=-0,45$; $b_1=0,26$; $R^2=0,25$; $p=0$. В результате задержки в полости рта остатков сахарозы под влиянием микрофлоры происходит их утилизация, сопровождающаяся выработкой органических кислот. Эти явления сопровождаются снижением pH в налете до 4,0-6,0. При таком pH происходит растворение эмали зубов. Такое подкисление также снижает насыщенность слюны Са и Р. Если такой процесс происходит часто, то начинается некомпенсируемый сдвиг на поверхности эмали зубов в сторону деминерализации и развивается кариес [6]. Снижение потребления сахара и хлебобулочных изделий в два раза снизит вероятность развития болезней органов пищеварения на 18 и 15%.

Выводы

В результате математического моделирования были получены достоверные модели, описывающие зависимость возникновения различных заболеваний от особенностей потребления продукта относительно рекомендуемой годовой нормы. Наибольшее количество моделей относятся к трем классам заболеваемости: болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, болезни системы кровообращения, новообразования.

Построенные модели зависимости возникновения болезней от потребления питательных веществ могут предсказать изменение заболеваемости от превышения или снижения потребления продуктов питания. Согласно полученным моделям, увеличение потребления мукомольно-крупяных изделий, рыбы, мяса, сахара и хлебобулочных изделий снижает риск возникновения болезней системы кровообращения и болезней нервной системы, но увеличивает риск возникновения болезней органов пищеварения и новообразований. В частности, увеличение потребления мяса на 50% повышает вероятность возникновения новообразований на 13%. Потребление сахара и хлебобулочных изделий, превышающее рекомендуемую норму в два раза, увеличивает риск возникновения болезней органов пищеварения на 18 и 15%.

Полученные данные могут быть использованы для регулирования питания в целях предотвращения негативных последствий несбалансированного потребления пищевых продуктов. Вклад питания в развитие заболевания является значимым, и его корректировка снизит риск заболеваемости.

Список литературы:

1. Батулин А. К., Мендельсон Г. И. Питание и здоровье: проблемы XXI века. Пищевая промышленность. 2005; №5:38-40
2. Вензон Д.С., Иззи С.М. Влияние потребления фитонутриентов овощей и фруктов на здоровье и профилактику заболеваний у человека. Вопросы диетологии. 2014; №3: 8-15.
3. Громова О. А., Торшин И. Ю., Егорова Е. Ю. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и когнитивное развитие детей. Вопросы современной педиатрии. 2011;10 (1): 66-72.
4. Жданова-Заплесвичко И.Г. Нерациональное питание как фактор риска здоровью населения Иркутской области. Анализ риска здоровью. 2018; №2:23-32
5. Кочкорова Ф.А., Эсенаманова М.К., Эрбаев А.Т. Роль питания в сохранении и укреплении здоровья подростков-курсантов. Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2017; №4: 60-64.

6. Леонтьев В. К. Кариес зубов - болезнь цивилизации. Биосфера. 2010; №3:74-78
7. Резникова М.В., Лепёшкин А.И., Надточий Л.А. Рациональное питание - ключ к здоровью человека. Новая наука: современное состояние и пути развития. 2016; №2-1: 193-195.
8. Domingo JL, Nadal M. Carcinogenicity of consumption of red meat and processed meat: A review of scientific news since the IARC decision. Food Chem Toxicol. 2017; №55: 256-261.
9. Fernandez E, Chatenoud L, La Vecchia C, Negri E, Franceschi S. Fish consumption and cancer risk. Am J Clin Nutr. 1999; №70: 85-90.
10. Zhu F Anthocyanins in cereals: Composition and health effects. Food Res Int. 2018; №109: 232-249.

References:

1. Baturin A. K., Mendelson G. I. Nutrition and health: problems of the XXI century. Food industry. 2005; № 5:38-40.
2. Venzon D.S., Izzy S.M. The effect of the consumption of phytonutrients in fruit and vegetables on human health and the prevention of diseases in humans. Dietetics Issues. 2014; № 3: 8-15.
3. Gromova O. A., Torshin I. Yu., Egorova E. Yu. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development of children. VSP. 2011;10 (1):66-72.
4. Zhdanova-Zaplesvichko I.G. Poor nutrition as a risk factor for the Irkutsk Region population health. Health risk analysis. 2018; № 2:23-32.
5. Kochkorova F.A., Esenamanova M.K., Erbaev A.T. The role of nutrition in maintaining and promotion of health of adolescent cadets. Bulletin of the Akhunbayev KSMA. 2017; № 4: 60-64.
6. Leontiev V. K. Dental caries - a disease of civilization. Biosphere. 2010; № 3:74-78.
7. Reznikova M.V., Lepyoshkin A.I., Nadtochy L.A. Efficient nutrition is the key to human health. New Science: Current Status and Development Paths. 2016; №. 2-1: 193-195.
8. Domingo JL, Nadal M. Carcinogenicity of consumption of red meat and processed meat: A review of scientific news since the IARC decision. Food Chem Toxicol. 2017; №. 55: 256-261.
9. Fernandez E, Chatenoud L, La Vecchia C, Negri E, Franceschi S. Fish consumption and cancer risk. Am J Clin Nutr. 1999; № 70: 85-90.
10. Zhu F Anthocyanins in cereals: Composition and health effects. Food Res Int. 2018; № 109: 232-249.

Поступила/Received: 06.03.2020

Принята в печать/Accepted: 03.06.2020

УДК 614.39

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА ОБРАЩЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ И УЧРЕЖДЕНИЙ РОСПОТРЕБНАДЗОРА В ПРАКТИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Позднякова М.А.

ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Россия

Цель работы – провести анализ результатов практической деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора Нижегородской области по осуществлению контроля и надзора за обращением отходов производства и потребления на территории Нижегородской области за последние пять лет – по материалам Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Нижегородской области» за 2014 и 2018 гг. Выявлены основные тенденции в решении вопроса организации сбора, хранения, переработки и утилизации отходов на территории Нижегородской области. Обобщен опыт совместной работы Управления Роспотребнадзора и органов исполнительной власти по обеспечению требований санитарного законодательства к обращению с отходами во время проведения массовых спортивных мероприятий.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, обращение отходов, надзор и контроль.

Для цитирования: Позднякова М.А. НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА ОБРАЩЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ И УЧРЕЖДЕНИЙ РОСПОТРЕБНАДЗОРА В ПРАКТИЧЕСКОМ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:71-77

Для корреспонденции: Позднякова Марина Александровна – заведующий отделом медико-профилактических технологий управления рисками общественному здоровью ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: prof_pozdnyakova@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10211>

SUPERVISION AND MONITORING OF MANAGEMENT OF PRODUCTION WASTE AND CONSUMPTION - AS ONE OF THE DIRECTIONS OF ACTIVITIES OF AUTHORITIES AND INSTITUTIONS OF THE COSTS DEPARTMENT IN PRACTICAL SOLVING THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL ENVIRONMENT IN NIZHEGORODSKIY REGION

Pozdnyakova M.A.

FBSI "Nizhny Novgorod research Institute of hygiene and occupational pathology",
Rospotrebnadzor,
Nizhny Novgorod, Russian Federation

The purpose of the work is to analyze the results of the practical activities of the bodies and institutions of the Rospotrebnadzor of the Nizhny Novgorod Region in monitoring and supervising the handling of production and consumption waste in the Nizhny Novgorod Region over the past five years, based on the materials of the State Reports "On the State of Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Nizhny Novgorod Region" for 2014 and 2018. The main trends in addressing the organization of the collection, storage, processing and disposal of waste in the Nizhny Novgorod region are identified. The experience of the joint work of the Rospotrebnadzor Office and executive authorities on ensuring the requirements of sanitary legislation on waste management during mass sporting events is summarized.

Keywords: production and consumption wastes, waste management, supervision and control.

For citation: M.A. Pozdnyakova. SUPERVISION AND MONITORING OF MANAGEMENT OF PRODUCTION WASTE AND CONSUMPTION - AS ONE OF THE DIRECTIONS OF ACTIVITIES OF AUTHORITIES AND INSTITUTIONS OF THE COSTS DEPARTMENT IN PRACTICAL SOLVING THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL ENVIRONMENT IN NIZHEGORODSKIY REGION. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:71-77

For correspondence: Marina A. Pozdnyakova - Head of the Department of Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Scientific Center of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, DMSc, MD, PhD, professor, e-mail: prof_pozdniakova@mail.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10211>

Сбережение популяционного здоровья и его всемерное укрепление – одна из приоритетных задач государственной политики в Российской Федерации, имеющая законодательное основание в Конституции РФ, Федеральном законе «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 № 323-ФЗ, других нормативных документах различного уровня. В широком смысле сохранение и укрепление здоровья населения – это процесс создания государством возможностей для усиления контроля общества и каждого человека за факторами, определяющими здоровье [1].

Одной из актуальных проблем современного мира является проблема обращения отходов производства и потребления. По значимости эколого-гигиенической составляющей этот вопрос занимает самые высокие ранговые места в ряду основных медико-социальных и экономических проблем здравоохранения.

Согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ, ст. 1, под отходами производства и потребления понимаются «вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению» [2].

Функция контроля и надзора в данной предметной области закреплена, в том числе, за Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, как следует из указанного выше Федерального закона №89-ФЗ и Положения о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 30 июня 2004 г. № 322 [3].

Материалы и методы

В настоящей статье представлены результаты анализа материалов Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Нижегородской области» за 2014 и 2018 гг., опубликованных Управлением Роспотребнадзора по Нижегородской области (далее – Управление) в открытой печати [4, 5]. Использовался системный подход, расчет показателей динамического ряда.

Результаты и обсуждение

В 2018 г. под надзором Управления находилось 16 полигонов твердых коммунальных отходов (далее – ТКО), из них 4 межмуниципальных с мусоросортировочными комплексами, 16 организованных свалок и 4 ведомственных полигона. Следует отметить, что число полигонов в сравнении с 2014 г. выросло в 1,8 раза; в то время как число организованных свалок уменьшилось в 3,2 раза, что представляется как позитивный регулируемый процесс, отражающий общероссийскую и мировую динамику. Большая часть организованных свалок на территории области уже рекультивирована или находится в процессе рекультивации, как и выведенный из эксплуатации полигон ТБО «Игумново».

Общая вместимость полигонов ТКО на сегодня составляет 23,8 млн т. Коэффициент заполнения – менее 30%. Все полигоны имеют организованные санитарно-защитные зоны (далее – СЗЗ), санитарно-эпидемиологические заключения на проекты СЗЗ.

В рамках подготовки к Чемпионату мира по футболу – 2018 (далее – ЧМ-2018), один из этапов которого проходил в Нижнем Новгороде, в мае 2018 г. был введен в эксплуатацию современный мусоросортировочный комплекс на межмуниципальном полигоне ООО «МАГ-Групп». Всего на территории области действуют 6 мусороперегрузочных станций общей мощностью 944,3 тыс. т в год.

Всего в 2018 г. Управлением Роспотребнадзора по Нижегородской области было проверено 53 объекта, занимающихся деятельностью по сбору, обработке и утилизации неопасных отходов, в том числе 9 полигонов ТКО. В ходе проверок были выявлены нарушения санитарного законодательства на 49 объектах. Основными нарушениями явились: нарушение технологии захоронения отходов, отсутствие полного объема и кратности производственного контроля. Факты приема на полигоны ТКО несанкционированных промышленных отходов в 2018 г. не были выявлены.

Был выявлен ряд нарушений в системе санитарной очистки населенных мест: нарушение расстояний от площадок установки контейнеров до жилого фонда с учетом сложившейся застройки (особенно в городской черте Нижнего Новгорода), отсутствие или использование контейнерных площадок без твердого основания (особенно часто - на территории частной жилой застройки и территории сельских населенных пунктов); отсутствие системы обработки и дезинфекции контейнеров ТКО и площадок для приема снега, обустроенных в соответствии с требованиями действующего законодательства; сброс жидких отходов в несанкционированные точки приема на канализационной сети; медленные темпы работ по рекультивации нарушенных земель в связи с размещением на них свалок ТКО, подлежащих закрытию, согласно территориальной схеме обращения с отходами.

Принцип безопасного захоронения промышленных отходов является основным в решении вопроса по размещению отходов производства. Промышленные полигоны, расположенные в

области, являются ведомственными и в основном рассчитаны на прием собственных отходов. Таких полигонов в области насчитывается 4 (ОАО «Выксунский металлургический завод» в г. Выкса, ОАО «Заволжский моторный завод» в г. Заволжье, ОАО «БорПром» в г. Бор (в настоящее время он не эксплуатируется) и полигон ОАО «Горьковский автомобильный завод» в г. Нижний Новгород).

Часть промышленных и строительных отходов 3-4 класса опасности принимается для захоронения на полигоны и свалки твердых бытовых отходов (далее – ТБО), часть – на ведомственные полигоны для захоронения промышленных отходов.

Промышленные полигоны для отходов 1-2 класса опасности на территории области сегодня отсутствуют. Из-за недостаточного количества специализированных полигонов по хранению и захоронению опасных отходов продолжается их накопление на территории предприятий. Основная масса накопленных отходов приходится на различные шламы и шлаки предприятий энергетического комплекса, химической отрасли и черной металлургии (4-й класс опасности). Основное накопление остается на промплощадках предприятий городов Нижний Новгород, Балахна, Дзержинск, Выкса.

Следует отметить, что на территории Нижегородской области в результате предыдущей хозяйственной деятельности городских и оборонных предприятий Дзержинского промышленного узла образовались объекты накопленного экологического ущерба: полигон ТБО «Игумново», шламонакопитель «Белое море» на территории завода «Капролактан», свалка промотходов «Черная дыра» бывшего производства ОАО «Оргстекло».

Мероприятия по ликвидации этих объектов выполняются в рамках государственного контракта между ГБУ НО «Экология региона» и ООО «ГазЭнергоСтрой-Экологические технологии». Реализация мероприятий по ликвидации указанных объектов и накопленного экологического ущерба включена в федеральный проект «Чистая страна», реализуемый в рамках нацпроекта «Экология». На уровне субъекта разработан и утвержден региональный паспорт данного проекта. Предприятием ООО «ГазЭнергоСтрой-Экологические технологии» получены все необходимые санитарно-эпидемиологические заключения на осуществление данного вида деятельности, а также разработан и утвержден проект СЗЗ для устанавливаемого оборудования, используемого для ликвидации свалки отходов «Черная дыра». На объектах «Игумново» и «Белое море» продолжаются работы по технической рекультивации и восстановлению нарушенных земель соответственно.

Проблема размещения отходов решается с помощью внедрения современных технологий по переработке отходов, являющихся вторичными материальными ресурсами. В области имеются участки по переработке резино-технических изделий, аккумуляторов, бумаги и картона, но общая мощность имеющихся участков по сортировке и вторичной переработке отходов является недостаточной.

Остается сложным для полноценного решения вопрос с организацией сбора ртутьсодержащих отходов. В настоящее время в области отсутствуют специализированные организации, занимающиеся централизованным сбором ртутьсодержащих отходов, в том числе у населения.

Для обезвреживания эпидемиологически опасных (класса Б и В) отходов медицинских организаций в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами» [6] и обеспечения

возможности их дальнейшего размещения совместно с ТКО на территории области осуществляют деятельность как централизованные (работающие с группой медицинских учреждений, расположенных в населенном пункте), так и децентрализованные (предназначенные для обезвреживания собственных отходов медицинской организации, на площадях которой они расположены) участки по аппаратному обезвреживанию.

По данным медицинских организаций, в настоящее время на территории Нижегородской области осуществляют деятельность по аппаратному обезвреживанию медицинских отходов на централизованных участках 16 юридических лиц. Кроме того, 35 медицинских организаций имеют децентрализованные участки по аппаратному обезвреживанию собственных отходов.

В 2018 г. пестициды применялись на 223 объектах сельского хозяйства, все они из числа находящихся на контроле Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области. Всего было применено более 370 т пестицидов и агрохимикатов различных наименований на общей площади более 503000 га.

Для сравнения в 2014 г. пестициды использовались в 300 хозяйствах (снижение в 2018 г. - на 26%), которые применили 164,975 т пестицидов (повышение в 2018 г. – на 125%). Площадь применения составляла в 2014 г. 477000 га (увеличение площадей в 2018 г. составило более 5%). Выявленная динамика в применении пестицидов, видимо, требует самостоятельного детализированного анализа всех ее причин.

Практически все хозяйства, применяющие пестициды и агрохимикаты, имели специальное оборудование для выполнения данного вида работ. В большинстве случаев для обработки посевных площадей привлекались специализированные организации: ФГБУ «Россельхозцентр по Нижегородской области», ООО «Агроинвест» и др.

Всего в хозяйствах области, находящихся на контроле Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области, имелись 48 складов для хранения пестицидов и агрохимикатов, 12 из которых были выведены из эксплуатации. Следует отметить, что за последние пять лет произошло более чем двукратное уменьшение количества складов (в 2014 г. их насчитывалось 108). Подобное уменьшение объясняется отсутствием текущей необходимости в них – большинство хозяйств приобретало препараты в небольших количествах, непосредственно перед их применением. Состояние эксплуатируемых агрохимических комплексов и складов регистрировалось как удовлетворительное.

По состоянию на 01.01.2019 г. в хозяйствах, находящихся на контроле Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области, хранилось около 10,5 т пестицидов и агрохимикатов, подлежащих утилизации (с истекшим сроком годности, запрещенных к применению, не идентифицированных). В качестве позитивного факта следует признать планомерное ежегодное снижение объемов хранящихся пестицидов, подлежащих утилизации (в 2013 г. их число составляло 19,5 т).

В целях лицензирования деятельности по сбору, транспортированию, обработке, обезвреживанию и утилизации отходов I-IV класса опасности в 2018 г. было выдано 33 санитарно-эпидемиологических заключения о соответствии зданий, строений, сооружений, оборудования и иного имущества, используемых для осуществления заявленной деятельности. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» было выдано 17 экспертных заключений по расчетам классов опасности отходов производства и потребления.

Большая работа по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия была проведена в период подготовки и проведения ЧМ-2018. Так, на территории стадиона, фанзоны, основных туристических маршрутах и местах отдыха областного центра был реализован отдельный сбор твердых коммунальных отходов. Эффективная совместная работа органов и учреждений Роспотребнадзора Нижегородской области с Организационным комитетом, органами местного самоуправления, организациями, занимающимися сбором и транспортированием отходов, позволила обеспечить полное выполнение требований действующего санитарного законодательства к содержанию территории населенных мест.

По выявленным нарушениям санитарного законодательства при обращении с отходами в 2018 г. принимались все необходимые меры административного воздействия, в том числе по материалам, направленным Управлением в судебные органы.

Таким образом, по результатам анализа практической деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора по осуществлению надзора и контроля за обращением отходов производства и потребления на территории Нижегородской области за последние пять лет необходимо отметить главный позитивный факт: произошла смена парадигмы в обращении с отходами, активными темпами вводятся в эксплуатацию современные полигоны и мусоросортировочные комплексы; расширяется процесс цивилизованной рекультивации выведенных из эксплуатации полигонов и земельных участков; на регулярной основе снижается число свалок. Несмотря на отдельные имеющиеся нарушения сбора, обработки и утилизации отходов, на сегодня создан значительный ресурс имеющихся мощностей их хранения и утилизации. Ведущим в вопросе размещения отходов производства остается принцип безопасного захоронения промышленных отходов. Подавляющее большинство сельскохозяйственных предприятий постепенно перешли на кратковременные закупки ядохимикатов, без их последующего длительного хранения и необходимости утилизации. Практика показала, что только совместными усилиями надзорных служб и органов исполнительной власти можно добиться существенных положительных результатов в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия граждан, в том числе по вопросу обращения отходов производства и потребления – эффективный опыт такого взаимодействия в ходе ЧМ-2018 получен, обобщен и может быть использован в дальнейшей практике решения проблемы гигиены окружающей среды не только на территории Нижегородской области, но и других субъектов Российской Федерации.

Список литературы:

1. Полунина Н.В. Общественное здоровье и здравоохранение: Учебник. М.: Издательство «Медицинское информационное агентство», 2010.
2. https://www.consultant.ru/docume/cons_doc_LAW_19109/ (электронный ресурс)
3. <https://base.garant.ru/12136005/> (электронный ресурс)
4. Петров Е.Ю. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Нижегородской области в 2014 году», 2014.
5. Кучеренко Н.С. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Нижегородской области в 2018 году», 2018 г.
6. <http://www.consultant.ru/about/purchase/demo/show/> (электронный ресурс)

References:

1. Polunina N.V. Public Health and Health: A Textbook. М .: Publishing house "Medical Information Agency", 2010.
2. https://www.consultant.ru/docume/cons_doc_LAW_19109/ (electronic resource)
3. <https://base.garant.ru/12136005/> (electronic resource)
4. Petrov E.Yu. State report "On the sanitary-epidemiological situation in the Nizhny Novgorod region in 2014", 2014.
5. Kucherenko N.S. State report "On the sanitary-epidemiological situation in the Nizhny Novgorod region in 2018", 2018.
6. <http://www.consultant.ru/about/purchase/demo/show/> (electronic resource)

Поступила/Received: 05.03.2020

Принята в печать/Accepted: 15.05.2020

УДК 614.7:613.26:632.95

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ
БАКТЕРИЙ E.coli ПРИ ГИГИЕНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ПО ОБЩЕСАНИТАРНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ ВРЕДНОСТИ**

Синицына О.О., Пивнева О.С., Козырева О.Н.

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

Одним из показателей вредности при нормировании химических веществ, включая пестициды, в воде водных объектов является их влияние на процессы самоочищения, которые при нормировании, в первую очередь, оценивают по изменению биохимического потребления кислорода (БПК). Классический метод установления пороговой концентрации (ПК) по этому показателю является времязатратным (не менее 40 дней). Поэтому **цель** работы заключалась в оценке возможности применения экспрессного метода установления ПК химических веществ по общесанитарному показателю вредности на основании изменения дегидрогеназной активности E.coli. **Материалы и методы исследования.** Исследованы действующие вещества пестицидов класса сульфонилмочевины (никосульфурон, сульфурон-метил, метсульфурон-метил, хлоримурон-этил) с установлением их ПК по влиянию на БПК общепринятым «скляночным» методом и по влиянию на изменение дегидрогеназной активности E.coli. **Результаты.** ПК по влиянию на БПК и на изменение дегидрогеназной активности E.coli составили, соответственно, никосульфурона – 0,1 мг/л, сульфурон-метила – 0,1 мг/л, метсульфурон-метила – 0,5 мг/л, хлоримурон-этила – 1,0 мг/л. **Выводы.** На примере производных сульфонилмочевины показано, что для определения ПК химических веществ в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности, в особенности по влиянию на БПК, возможно применение метода биотестирования с использованием фермента штамма бактерий E.coli.

Ключевые слова: общесанитарный показатель вредности, пороговые концентрации, водные объекты, биохимическое потребление кислорода, биотестирование, E.coli.

Для цитирования: Синицына О.О., Пивнева О.С., Козырева О.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ E.coli ПРИ ГИГИЕНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ОБЩЕСАНИТАРНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ ВРЕДНОСТИ. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:78-84

Для корреспонденции: Синицына Оксана Олеговна, зав. отделом гигиены питьевого водоснабжения и охраны водных объектов ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, e-mail: oxsin66@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10212>

USE OF THE METHOD FOR DETERMINING THE DEHYDROGENASE ACTIVITY OF E. COLI BACTERIA IN THE HYGIENIC REGULATION OF ACTIVE SUBSTANCES PESTICIDES IN THE WATER BODIES

Sinitsyna O.O., Pivneva O.S., Kozyreva O.N.

FBUN «F.F.Erisman FNTG» Rospotrebnadzor, Mytischy, Russia

Abstract Introduction. One of the indicators of harmfulness when rationing chemicals, including pesticides, in the water of water bodies is their influence on the processes of self-purification, which when rationing, first of all, is estimated by changing the biochemical oxygen consumption (BOD). The classic method for setting the threshold concentration (PC) for this indicator is time-consuming (at least 40 days). Therefore, the purpose of the work was to assess the possibility of using the Express method of determining the PC of chemicals according to the General sanitary indicator of harmfulness based on changes in the dehydrogenase activity of *E. coli*. *Research materials and methods.* Active substances of pesticides of the sulfonylurea class (nicosulfuron, sulfuron-methyl, metsulfuron-methyl, chlorimuron-ethyl) were studied and their PC was determined by the effect on BOD by the conventional "sklanochny" method and by the effect on the change in the dehydrogenase activity of *E. coli*. *Results.* PC on the effect on BOD and on changes in the dehydrogenase activity of *E. coli* were, respectively, nicosulfuron-0.1 mg/l, sulfuron-methyl-0.1 mg/l, metsulfuron-methyl-0.5 mg/l, chlorimuron-ethyl-1.0 mg / l. *Conclusions.* Using the example of sulfonylurea derivatives, it is shown that the method of biotesting using an enzyme of the *E. coli* strain of bacteria can be used to determine the PC of chemicals in the water of water bodies according to the General sanitary indicator of harmfulness, especially the effect on BOD.

Keywords: General sanitary hazard index, threshold concentrations, water bodies, biochemical oxygen consumption, biotesting, *E. coli*.

For citation: Sinitsyna O.O., Pivneva O.S., Kozyreva O.N. USE OF THE METHOD FOR DETERMINING THE DEHYDROGENASE ACTIVITY OF E. COLI BACTERIA IN THE HYGIENIC REGULATION OF ACTIVE SUBSTANCES PESTICIDES IN THE WATER BODIES. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:78-84.

For correspondence: Oksana O. Sinitsyna, Head of the Department of hygiene of drinking water supply and protection of water bodies. FSBI, the Erisman Federal Scientific and Practical Center of Rospotrebnadzor, DMSc, MD, professor, corresponding member of RAS, e-mail: oxsin66@mail.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10212>

Широкомасштабное производство и применение средств химизации сельского хозяйства диктует необходимость разработки и совершенствования методов гигиенического нормирования пестицидов, а также их действующих веществ. Эффективность применения пестицидов доказана во всем мире, однако они могут нанести непоправимый вред объектам окружающей среды, что в конечном итоге может оказать пагубное воздействие на здоровье населения. Благодаря циркуляции в объектах окружающей среды, их можно обнаружить в почве, атмосфере, водных объектах, растениях и живых организмах [1-4, 10-12].

Водные объекты составляют значимую часть окружающей среды и играют колоссальную роль для всего живого на планете. Поведение пестицидов в водных объектах зависит от множества факторов (растворимость, летучесть, липофильность и др.). Вклад и оценка

окружающей среды для здоровья населения с каждым годом возрастает, вследствие чего охрана, мониторинг и разработка гигиенических нормативов являются приоритетными и перспективными направлениями [3, 4, 12].

Методы биотестирования применяются во многих областях науки, благодаря своей простоте, оперативности и доступности. При определении токсичности водных объектов методы биотестирования используются для интегральной оценки с применением различных тест-объектов [6-8].

Одним из методов биотестирования является метод установления токсичности проб воды с помощью определения дегидрогеназной активности бактерий *E.coli*, который позволяет оценить совокупность влияния всех токсикантов, находящихся в водной среде.

С гигиенической точки зрения наиболее значим процесс, связанный с содержанием в воде органических (нестабильных) веществ, трансформирующихся в воде путем гидролиза, окисления и других процессов, ход которых хорошо контролируется показателем биохимического потребления кислорода (БПК). Общепринятым методом определения БПК является «скляночный» метод, основанный на измерении растворенного кислорода в пробе воды непосредственно после отбора, а также после инкубации пробы на протяжении определенного периода времени (от 1 до 20 суток) [5, 9].

Вышеизложенное послужило основанием для проведения исследований в данном направлении, а также для поиска методов, которые позволят дать прогнозную оценку влияния действующих веществ при гигиеническом нормировании в воде водных объектов.

Объекты и методы исследования

Первый этап эксперимента заключался в установлении степени влияния действующих веществ класса сульфонилмочевины на биохимические процессы окисления. Исследование проводили в соответствии с РД 52.24.420-2006 «Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом». В качестве контрольной и разбавляющей воды использовали дехлорированную водопроводную воду с добавлением хозяйственно-бытовой сточной жидкости. Перманганатная окисляемость приготовленной смеси не превышала 5,28 мгО₂/л. Воду насыщали кислородом до 8,32 мгО₂/л. Весовым методом готовили ряд исследуемых концентраций действующих веществ. Проводили три серии опытов для каждого вещества. Каждую серию опытов рассматривали отдельно в силу вариабельности процесса, усреднение по сериям не допускали.

Исследования выполняли со следующими представителями класса сульфонилмочевины: никосульфурон, сульфурон-метил, метсульфурон-метил, хлоримурон-этил.

Второй этап эксперимента заключался в возможности применения метода биотестирования с использованием фермента штамма бактерий *E.coli* для определения токсичности водных объектов, содержащих действующие вещества в определенных концентрациях.

Исследования проводили в соответствии с методическими рекомендациями № ЦОС ПВ Р 005-95 «Методические рекомендации по применению методов биотестирования для оценки качества воды в системах хозяйственно-бытового водопользования».

В качестве исследуемых концентраций были выбраны пороговые концентрации по общесанитарному признаку (показатель БПК), а также на порядок выше и ниже ПК, при этом учитывали растворимость действующих веществ.

При определении токсичности проб исследуемых растворов оценивали скорость обесцвечивания метиленового синего (время, мин).

Исследования, как и на первом этапе, проведены на дехлорированной водопроводной воде, исходные концентрации действующих веществ определяли весо-объемным методом. Каждый водный объект (пробу) исследовали в трех параллелях.

Результаты исследований и их обсуждения

Результаты исследований по влиянию действующих веществ класса сульфонилмочевины на процессы биохимического окисления показали, что д.в. никосульфурон и сульфурон-метил оказывают стимулирующее действие на течение биохимических процессов окисления, а д.в. метсульфурон-метил и хлоримурон-этил ингибируют процесс. При стимуляции процесса наблюдались значения, при которых процент отклонения от контрольных проб превышал 20%, при ингибировании более (-15) %. Процент отклонения величин БПК опытных образцов и контроля находится в интервале (-28) – (+74,3) %.

Для д.в. никосульфурон в концентрациях 0,3–10,0 мг/л величины БПК воды модельных склянок выше контрольных на 21,0–66,7%. В качестве пороговой установлена концентрация 0,1 мг/л.

Для д.в. сульфурон-метил в концентрациях 0,3–5,0 мг/л величины БПК воды модельных склянок выше контрольных на 22,7–74,3%. В качестве пороговой установлена концентрация 0,1 мг/л.

Для д.в. метсульфурон-метил в концентрациях 1,0–5,0 мг/л величины БПК воды модельных склянок отличаются от контрольных на (-16,0) – (-25,0) %. В качестве пороговой установлена концентрация 0,5 мг/л.

Для д.в. хлоримурон-этил в концентрации 5,0 мг/л величины БПК воды модельных склянок отличаются от контрольных на (-18,7) – (-28,0) %. В качестве пороговой установлена концентрация 1,0 мг/л.

При определении токсичности проб воды, содержащих исследуемые д.в., проба считается токсичной, если процент отклонения от контрольных проб был на уровне более 15%.

Результаты исследований по установлению токсичности проб воды представлены в таблице.

Таблица

Токсичность проб в зависимости от концентраций действующих веществ

Название д.в.	Концентрации, мг/л	Время обесцвечивания, мин	ΔА, %
Контроль		23,28	
Никосульфурон	0,01	24,30	4,4

	0,1 (ПК)	25,54	9,7
	1,0	28,25	21,3
Сульфурон-метил	0,01	23,55	1,2
	0,1(ПК)	24,36	4,5
	1,0	28,15	20,9
Метсульфурон-метил	0,05	24,10	3,5
	0,5(ПК)	24,50	5,2
	5,0	27,48	18,0
Хлоримурон-этил	0,1	24,60	5,2
	1,0 (ПК)	26,18	12,5
	10,0	30,15	29,5

Среднее время обесцвечивания контрольных групп составило 23,28 мин, опытных образцов находилось в интервале 24,1–30,15 мин.

Исследования показали, что действующие вещества в пороговых концентрациях и концентрациях на порядок ниже не вызывают нарушения биохимических процессов и не оказывают действия на микрофлору, следовательно, не являются токсичными. Процент отклонения от контрольных проб колеблется в пределах 1,2–12,5%.

В концентрациях, которые на порядок выше пороговых, отмечено токсичное влияние на сапрофитную микрофлору, т.е. вызваны нарушения биохимических процессов, процент отклонения от контрольных проб зафиксирован на уровне 18,0–29,5%.

Выводы

Проведены исследования по установлению пороговых концентраций для действующих веществ пестицидных препаратов класса сульфонилмочевины и их влиянию на биохимическое потребление кислорода. ПК по БПК определены на уровне, для никосульфурона составили 0,1 мг/л, сульфурон-метила – 0,1 мг/л, метсульфурон-метила – 0,5 мг/л, хлоримурон-этила – 1,0 мг/л.

С помощью метода биотестирования с применением фермента штамма бактерий *E.coli* определена токсичность проб воды, содержащей действующие вещества в различных концентрациях.

Исследованиями установлено, что ПК действующих веществ по показателю БПК не оказывают токсичного действия на биохимические процессы окисления, это подтверждает и метод биотестирования, применяемый в данной работе.

Таким образом, на основании результатов исследования можно сделать вывод о возможности применения метода биотестирования с использованием фермента штамма бактерий *E.coli* при гигиеническом нормировании действующих веществ пестицидов класса сульфонилмочевины в воде водных объектов. Метод позволит сократить временные, ресурсные и

трудовые затраты на постановку эксперимента при установлении ПК веществ в воде водных объектов.

Список литературы:

1. Иванова Е.А., Калуженкова Ю.В. Экологические проблемы применения пестицидов. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. 2008; №1(17): 29-33.
2. Каспаров В.А., Промоненков В.К. Применение пестицидов за рубежом. М.: Агропромиздат, 1990.
3. Горбатов В.С., Филенко О.Ф., Медянкина М.В., Кононова Т.В., Оганесова Е.В. Водная экотоксикология пестицидов и современные тенденции регулирования их обращения. Вода MAGAZINE. 2013; 5 (69):10-14.
4. Захаренко В.А. Рынок пестицидов в России и перспективы его развития. Защита и карантин растений. 2014; № 11: 3-6.
5. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования качества воды водоемов. Под ред. А. П. Шицковой. М.: Изд-во «Медицина», 1981.
6. Таранцева К.Р., Марынова М.А., Фирсова Н.В. Биотестирование как инструмент принятия экологически обоснованных технологических решений. Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2011; №25: 596-600.
7. Бубнов А.Г., Буймова С.А., Гуцин А.А., Извекова Т.В. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие. Иваново, 2007.
8. Ляшенко О.А. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Под ред. Мелеховой О.П., Егоровой Е.И. М.: Издательский центр «Академия», 2010.
9. Пименова Е.В. Химические методы анализа в мониторинге водных объектов: учебное пособие. Пермь: Изд-во Пермской ГСХА, 2011.
10. Потапов А.И., Ракитский В.Н., Новиков Ю.В., Макарова Э.В., Гвозденко С.И. Современные эколого-гигиенические проблемы пестицидного загрязнения водоемов. М., 1998.
11. Прямыцин П.М. Поведение пестицидов в окружающей среде. Современные наукоемкие технологии. 2014; № 5 (2):106.
12. Ракитский В.Н. Итоги и перспективы развития гигиены и токсикологии пестицидов. Гигиена: Прошлое, настоящее, будущее. М., 2001:79-81.

References:

1. Ivanova E.A., Kaluzhenkova YU.V. Ekologicheskie problemy primeneniya pesticidov. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversiteckogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie. 2008; №1(17): 29-33.
2. Kasparov V.A., Promonenkov V.K. Primenenie pesticidov za rubezhom. M.: Agropromizdat, 1990.
3. Gorbатов V.S., Filenko O.F., Medyankina M.V., Kononova T.V., Oganeseva E.V. Vodnaya ekotoksikologiya pesticidov i sovremennye tendencii regulirovaniya ih obrashcheniya. Voda MAGAZINE. 2013.; № 5 (69):10-14.

4. Zaharenko V.A. Rynok pesticidov v Rossii i perspektivy ego razvitiya. Zashchita i karantin rastenij. 2014; № 11:3-6.
5. Novikov YU.V., Lastochkina K.O., Boldina Z.N. Metody issledovaniya kachestva vody vodoemov. Pod red. A. P. SHickovoj. M.: Izd-vo «Medicina», 1981.
6. Taranceva K.R., Marynova M.A., Firsova N.V. Biotestirovanie, kak instrument prinyatiya ekologicheskimi obosnovannykh tekhnologicheskikh reshenij. Izvestiya Penzinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo. 2011; №25: 596-600.
7. Bubnov A.G., Bujmova S.A., Gushchin A.A., Izvekova T.V. Biotestovyy analiz – integral'nyj metod ocenki kachestva ob"ektov okruzhayushchej sredy: uchebno-metodicheskoe posobie. Ivanovo, 2007.
8. Lyashenko O.A. Biologicheskij kontrol' okruzhayushchej sredy: bioindikaciya i biotestirovanie. pod red. Melekhovoj O.P., Egorovoj E.I. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2010.
9. Pimenova E.V. Himicheskie metody analiza v monitoringe vodnykh ob"ektov: uchebnoe posobie. Perm': Izd-vo Permskoj GSKHA, 2011.
10. Potapov A.I., Rakitskij V.N., Novikov YU.V., Makarova E.V., Gvozdenko S.I. Sovremennye ekologo-gigienicheskie problemy pesticidnogo zagryazneniya vodoemov. M.: 1998.
11. Pryamicin P.M. Povedenie pesticidov v okruzhayushchej srede. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2014; № 5 (2):106.
12. Rakitskij V.N. Itogi i perspektivy razvitiya gigeny i toksikologii pesticidov. Gigiena: Proshloe, nastoyashchee, budushchee. M.: 2001.

Поступила/Received: 05.03.2020

Принята в печать/Accepted: 13.05.2020

УДК [546.57:547.458.88]+615.9+544.77

К ВОПРОСУ О ТОКСИЧНОСТИ НАНОКОМПОЗИТА СЕРЕБРО-ПЕКТИН ПРИ ИНГАЛЯЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПОДОСТРОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Василькевич В.М., Михайлова Н.Н., Эрм Г.И., Афонин В.Ю., Бондаренко Л.М.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь

В эксперименте на аутбредных крысах проведено изучение токсических свойств вновь синтезированного нанокompозита серебро-пектин, перспективного для применения в ветеринарии и медицине. Установлено, что ингаляционное воздействие нанокompозита серебро-пектин вызывает снижение устойчивости клеточных структур к повреждающему действию свободных радикалов, уменьшению активности фагоцитоза, которое сопровождается у животных усилением гуморального иммунного ответа, что повышает естественную резистентность и реактивность организма. Проведенные исследования являются частью токсиколого-гигиенической оценки нового нанокompозита серебро-пектин, выполняемой в рамках задания 02.03 ОНТП «Гигиеническая безопасность».

Ключевые слова: нанокompозит, наночастицы серебра, пектин, интраназальное введение, токсичность.

Для цитирования: Василькевич В.М., Михайлова Н.Н., Эрм Г.И., Афонин В.Ю., Бондаренко Л.М. К ВОПРОСУ О ТОКСИЧНОСТИ НАНОКОМПОЗИТА СЕРЕБРО-ПЕКТИН ПРИ ИНГАЛЯЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПОДОСТРОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ. Медицина труда и экология человека. 2020: 2:85-91

Для корреспонденции: Василькевич Вадим Михайлович, старший научный сотрудник Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», к.м.н, e-mail: sabas2004@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10213>

TO THE QUESTION OF THE TOXICITY OF SILVER-PECTIN NANOCOMPOSITE UNDER INHALATION EXPOSURE IN A SUBACUTE EXPERIMENT

Vasilkevich V.M., Mikhailava N.N., Erm G.I., Afonin V.Y., Bondarenko L.M.

Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Centre of Hygiene",
Minsk, Republic of Belarus

The toxic properties of the newly synthesized silver-pectin nanocomposites, which are promising for use in veterinary medicine and medicine, were studied in an experiment on rats. It was found that the inhalation effect of silver-pectin nanocomposite causes a decrease in the resistance of cell structures to the damaging effect of free radicals, a decrease in phagocytosis activity, which is accompanied in animals by an increase in the humoral immune response, which increases the body's natural resistance and reactivity. The conducted studies are part of the toxicological and hygienic assessment of the new silver-pectin nanocomposite performed as part of task 02.03 of the ONTP "Hygienic Safety".

Key words: nanocomposite, silver nanoparticles, pectin, intranasal administration, toxicity.

For citation: Vasilkevich V. M., Mikhailova N. N., Erm G. I., Afonin V. Yu., Bondarenko L. M. TO THE QUESTION OF THE TOXICITY OF SILVER-PECTIN NANOCOMPOSITE UNDER INHALATION EXPOSURE IN A SUBACUTE EXPERIMENT. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020: 2:85-91

For correspondence: Vadim M. Mikhailovich, Senior Researcher, Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of Hygiene", MD, Ph.D., e-mail: sabas2004@mail.ru

Financing. The study did not have sponsorship.

Conflict of Interest: Authors declare they have no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10213>

В настоящее время материалы, состоящие из наночастиц (НЧ) металлов находят широкое применение в медицине и биологии, фармацевтической, парфюмерной и пищевой промышленности, сельском хозяйстве и т.д. Согласно литературным данным, наночастицы могут быть токсичными, в отличие от их эквивалентной обычной формы. Показано, что ингаляция наночастиц вызывает у экспериментальных животных воспалительный процесс в легочной ткани с последующим некрозом клеток и развитием фиброза. Токсичность наноматериалов обусловлена, в первую очередь, развитием окислительного стресса и повреждением ДНК, что может приводить к развитию воспалительной реакции, апоптозу и некрозу клетки. Нельзя исключать, однако, и наличия других механизмов токсичности наноматериалов, связанных, в частности, с их повреждающим действием на клеточные мембраны и органеллы, усилением транспорта потенциально токсичных компонентов через барьеры организма, а также возможной генотоксичностью и аллергизирующим действием [1, 2].

Исторически сложилось, что среди наночастиц металлов наибольший интерес вызывают НЧ серебра, разработка и использование которых охватывает более 100 лет. В настоящее время НЧ серебра синтезируют как физическими, так и химическими методами. При химическом синтезе необходимо вводить токсичные соединения, например восстановители (гидразин, борогидрид натрия) или органические растворители (гексан и др.), что ограничивает возможность применения полученных коллоидов в ветеринарии и медицине. В связи с этим в настоящее время все больше внимания уделяется синтезу НЧ серебра методами «зеленой» химии [3]. Одним из таких способов является восстановление ионов Ag^+ полисахаридами в водных средах, которые обеспечивают стабилизацию образующихся коллоидов Ag^+ . Следует отметить, что синтез и стабилизация НЧ серебра с использованием полисахаридов позволяет также придать коллоиду новые свойства, присущие биополимеру. Так, использование пектина, который обладает высокой адгезией к некоторым биологическим тканям организма животных и человека, открывает дополнительные перспективы в области создания многофункциональных систем доставки биологически активных веществ (пищевые/кормовые добавки, лекарственные препараты) в ветеринарии и таргентной терапии, профилактике и диагностике заболеваний человека.

Цель работы – изучение токсического действия нанокompозита серебро-пектин в подостром эксперименте при ингаляционном пути поступления белым крысам.

Материалы и методы. Объект исследования – нанокompозит в виде устойчивого гидрозоля комплекса серебро-пектин (массовое соотношение пектин: серебро = 10:1), синтезированный в ГНУ НАН Беларуси «Институт химии новых материалов» методом химического восстановления нитрата серебра под действием природного полисахарида пектина. Степень этерификации пектина – 80,4%, (высокометоксилированный пектин). Гидрозоль наносеребра с пектином

характеризовался степенью устойчивости к агрегации не менее 3 месяцев и заданным размером частиц (от 8 ± 2 до 22 ± 6 нм).

Ингаляционное воздействие изучаемого нанокompозита серебро-пектин выполнено на белых крысах с применением модели интраназального введения на протяжении 28 дней в дозе 0,8 мл/кг, что эквивалентно 500 мг/м^3 . Контрольные животные получали пектин. Проведение эксперимента и выведение лабораторных животных из опыта соответствовали принципам Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в эксперименте (Хельсинки, 1986 г.).

По окончании воздействия нанокompозита серебро-пектин определяли функциональное состояние нервной системы лабораторных животных, показатели поведенческой реактивности (ориентировочные реакции, двигательную координацию, эмоциональную реактивность, норковый рефлекс) животных в тесте «открытое поле» и по способности суммировать подпороговые импульсы (СПП) [4].

Гематологические показатели и морфологический состав периферической крови (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, лейкоцитарная формула, тромбоциты, цветной показатель) определяли на гематологическом анализаторе «Mindray 5300-Vet». Определение содержания общих липидов в сыворотке крови проводили колориметрическим методом, белка – унифицированным методом по Лоури, мочевины – фотометрическим методом. Активность глутатионтрансферазы (ГТ) в гемолизатах крови лабораторных животных определяли при ферментативном взаимодействии ГТ с 1-хлор-2,4-динитробензолом в присутствии глутатиона восстановленного (GSH) с образованием продукта, имеющего максимум поглощения при длине волны 340 нм. Содержание глутатионфосфат дегидрогеназы (ГФДГ) в гомогенатах печени выявляли по способности фермента катализировать дегидрирование глюкозо-6-фосфата и по восстановлению НАДФ. Активность глутатионредуктазы (ГР) определяли по скорости реакции убыли НАДФН при превращении окисленной формы ГР в восстановленную, GSH – по реакции с 5,5-дитио-бис(-нитробензойной) кислотой, в результате которой образуется окрашенный продукт. О состоянии мочевыделительной системы экспериментальных животных судили по суточному диурезу, содержанию белка, мочевины, хлоридов в моче. Показателями иммунологической реактивности подопытных животных являлись содержание циркулирующих иммунокомплексов и лизоцима, активность комплемента в сыворотке крови, интегральный показатель антибактериальной защиты сыворотки крови. Для оценки кислородного метаболизма в гранулоцитарно-макрофагальных клетках крови использовали наиболее информативную косвенную методику – тест бессубстратного восстановления нитро-синего тетразолия (НСТ) в диформаза (НСТ-тест) с оценкой результатов в процентах возрастания экстинций в опытной пробе по отношению к контрольной и по индексу стимуляции. Для лабораторного определения развития смешанных механизмов II-IV типов аллергических процессов применяли реакцию специфического НСТ-теста гранулоцитов крови (РЧНСТ) при их стимуляции аллергеном.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с использованием компьютерной программы STATISTICA 10. Данные представлены как медиана, 25-й и 75-й перцентили. Различия в сравниваемых группах считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение.

На протяжении эксперимента при воздействии нанокompозита серебро-пектин, стабилизированного пектином в концентрации 500 мг/м^3 , внешние признаки интоксикации и

гибель животных отсутствовали, что свидетельствует о слабой материальной кумулятивной активности нанокompозита. Однако по окончании эксперимента выявлены изменения ряда клиничко-биохимических показателей как проявления токсического действия (табл.).

Таблица

Морфофункциональные показатели состояния крыс при подостром ингаляционном воздействии нанокompозита серебро-пектин

Исследуемые показатели	Контрольная группа, Ме (P25 – P75)	Опытная группа, Ме (P25 – P75)
Физиологические показатели		
СПП, Вольт	1,40 (1,25-1,85)	1,35 (1,15-1,80)
Норковый рефлекс, усл. ед.	1,00 (0,00-4,00)	1,25 (2,00-1,00)
Фризинг, усл. ед.	1,00 (0,00-2,00)	1,30 (1,00-2,50)
Вертикальная стойка, усл. ед.	1,50 (1,00-3,00)	2,00 (1,00-3,00)
Горизонтальная активность, усл. ед.	11,00 (7,00-16,00)	13,00 (9,00-15,00)
Относительные коэффициенты массы внутренних органов, кг⁻³/кг		
Печень	30,29 (29,00-32,62)	28,33 (27,42-30,85)*
Почки	6,76 (6,21-7,06)	6,90 (6,38-7,42)
Селезенка	4,35 (4,16-4,87)	4,76 (3,88-5,16)
Сердце	3,36 (2,94-3,52)	3,94 (3,55-4,05)*
Легкие	7,38 (6,34-8,19)	8,68 (7,42-9,52)
Гематологические показатели периферической крови		
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,71 (7,53-7,94)	8,20 (7,95-8,47)*
Гемоглобин, г/л	155,5 (148,5-160,25)	155,0 (152,0-156,0)
Гематокрит	0,42 (0,42-0,44)	0,45 (0,41-0,42)
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	14,96 (12,84-17,38)	16,4 (13,76-29,80)
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	743,0 (632,75-794,0)	776,0 (557,0-782,0)
Нейтрофилы, 10 ⁹ /л	2,54 (1,56-2,82)	1,55 (1,23-2,37)
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	10,92 (9,29-17,91)	11,47 (10,05-13,18)
Моноциты, 10 ⁹ /л	1,1 (0,61-1,17)	1,05 (0,9-1,84)
Эозинофилы, 10 ⁹ /л	0,78 (0,70-1,02)	1,0 (0,83-1,06)
Базофилы, 10 ⁹ /л	0,07 (0,05-0,39)	0,19 (0,08-0,21)
Биохимические показатели крови		
Содержание белка, г/л	65,30 (63,40-68,14)	66,19 (62,50-67,20)
Содержание липидов, г/л	3,05 (2,78-3,14)	3,14 (2,78-3,31)
Активность АЛТ, мкМоль/л	0,01 (0,01-0,015)	0,015 (0,01-0,05)
Активность АСТ, мкМоль/л	0,04 (0,04-0,045)	0,04 (0,04-0,04)
Активность ГР, мкМоль/л (мкМоль/гНв мин)	3,18 (2,79-3,31)	3,53 (3,35-4,02)*

Активность ГТ, мкМоль/л (мкМоль/гНв мин)	0,77 (0,7-0,88)	0,67 (0,56-0,78)*
Концентрация SH-групп, мкМоль/л	82,57 (69,27-90,43)	62,9 (61,17-65,76)*
Концентрация ГТ- SH, мкМоль/л	11,64 (9,77-12,75)	8,87 (8,62-9,27)*
Активность ГФДГ, мкмоль НАДФН/мин × гНв	80,9 (70,0-85,75)	65,18 (42,31-105,08)
Концентрация СОД, мкг/мл	0,75 (0,71-,079)	0,77 (0,74-0,81)
Концентрация мочевины, ммоль/л	5,15 (4,11-6,33)	5,76 (5,02-6,04)
Иммунологические показатели		
ЦИК, усл.ед.	57,00 (54,0-57,0)	58,5 (49,75-62,75)
Лизоцим, %	62,5 (53,8-64,60)	47,35 (45,05-48,72)*
БАСК, %	19,50 (18,40-26,95)	34,05 (30,07-49,6)*
Величина фагоцитарного резерва, %	25,90 (22,30-61,90)	35,62 (32,17-43,31)
Реакция специфического лейколизиса, %	8,65 (6,79-10,77)	18,20 (15,4-23,5)*
НСТ-тест:		
Спонтанный ур.: -к контр. пр., %	19,00 (14,30-25,40)	24,00 (19,58-29,26)
Зн-стимулир. ур.: - к контр. пр., %	51,50 (41,30-76,80)	59,65 (54,13-63,98)
-индекс стим., ед.	1,23 (1,19-1,49)	1,82 (1,46-1,94)
РСНСТ-тест:		
– отн. уровень, %	24,20 (18,20-34,50)	24,64 (18,23-29,35)
– индекс стимул., ед.	1,01 (0,96-1,13)	1,13 (1,08-1,19)
Показатели функционального состояния почек		
Диурез, л ⁻³ /сут.	4,00 (3,75-4,25)	4,22 (3,95-4,42)
рН мочи	6,75 (6,53-6,97)	6,11 (6,02-6,19)
Белок, г/л	0,1 (0,1-0,3)	0,1 (0,1-0,2)
Мочевина, ммоль/л	195,1 (189,3-200,9)	202,2 (196,0-216,5)
Хлориды, ммоль/л	9,19 (9,00-9,41)	10,08 (8,98 – 11,10)

* статистически значимые различия по критерию Манна-Уитни (U) при $p < 0,05$.

Так, прирост массы тела подопытных животных оказался в 2,6 раза ниже аналогичного показателя в контроле. Функциональное состояние нервной системы белых крыс на фоне ингаляционного воздействия наночастиц серебра не изменилось по сравнению с контрольными животными.

Со стороны относительных коэффициентов масс внутренних органов обнаружено статистически значимое снижение массы печени 6,5% ($p < 0,05$) и увеличение массы сердца 17%

($p < 0,05$). Среди гематологических показателей выявлен рост числа эритроцитов на 6% ($p < 0,05$), что находится в пределах колебаний физиологической нормы.

Среди биохимических показателей крови основные изменения обнаружены со стороны системы глутатиона: увеличение активности ГР на 11% ($p < 0,05$), а также выраженное снижение активности ГТ на 13% ($p < 0,05$), SH-групп и ГТ-SH на 24% ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что рост активности фермента ГР, обеспечивающего восстановление окисленной формы глутатиона, не может компенсировать расход ГТ-SH.

Важно отметить, что SH-группы способны вступать в реакцию конъюгации с электрофильными центрами различных токсикантов и ксенобиотиков, обеспечивая детоксикацию продуктов окислительного стресса (активные формы кислорода – АФК, перекиси). Кроме предотвращения образования АФК и обеспечения благоприятного микроокружения для эффективного действия антиоксидантов, ГТ совместно с ГТ-SH принимают участие в эпигенетической редокс-регуляции чувствительности клеток к апоптозу.

Учитывая установленные биохимические сдвиги в системе глутатиона, можно предположить, что интраназальное подострое введение нанокompозита серебро-пектин способно приводить к нарушению процессов поддержания редокс-потенциала клеточных мембран и способствовать снижению устойчивости клеточных структур к повреждающему действию свободных радикалов.

Анализ других биохимических показателей сыворотки крови подопытных белых крыс (белок, липиды, АСТ, АЛТ) не выявил статистически значимых изменений по сравнению с интактными крысами.

Со стороны иммунной системы наблюдается падение содержания в сыворотке крови лизоцима на 24% ($p < 0,05$), что свидетельствует об уменьшении активности фагоцитоза. В то же время увеличилась на 74% бактерицидная активность сыворотки крови, интегральный показатель специфического иммунитета, что можно расценить как положительный эффект действия нанокompозита серебро-пектин в виде активации формирования гуморального иммунного ответа и повышения естественной резистентности и реактивности организма.

Признаков токсического действия нанокompозита на функциональное состояние почек не обнаружено.

Выводы. Нанокompозит серебро-пектин в условиях 28-дневного ингаляционного воздействия в концентрации 500 мг/м³ (на модели интраназального введения) не обладает кумулятивными свойствами на уровне смертельных эффектов, но вызывает снижение устойчивости клеточных структур к повреждающему действию свободных радикалов. Действие на иммунный статус проявляется снижением активности фагоцитоза с одновременным процессом активного формирования гуморального иммунного ответа.

Список литературы:

1. Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов [Электронный ресурс]: постановление Гл. гос. санитар. врача РФ от 31.10.2007 № 79. КонсультантПлюс. Россия. ЗАО «КонсультантПлюс». М.: 2019.

2. Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И. П. Физико-химические закономерности биологического действия высокодисперсных порошков металлов. Химическая физика. 2002; Т. 21: № 4: 79–85.
3. Green synthesis of silver nanoparticles mediated by *Pulicaria glutinosa* extract / Khan [et al.] *Int. J. Nanomedicine*. 2013; Vol. 8: 1507–1516.
4. Маркель А. Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте «открытого поля». А. Л. Маркель. *Журн. высш. нерв. деятельности*. 1993; № 1: 150–156.

References:

1. The approval of the Concept of toxicological studies, risk assessment methodology, identification methods and quantitative determination of nanomaterials [Electronic resource]: Resolution of Ch. State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated October 31, 2007; No. 79. ConsultantPlus. Russia. CJSC ConsultantPlus. M., 2019.
2. Glushchenko N.N., Bogoslovskaya O.A., Olkhovskaya I.P. Physicochemical laws of the biological action of finely divided metal powders. *Chemical Physics*. 2002; Vol. 21(4): 79–85.
3. Green synthesis of silver nanoparticles mediated by *Pulicariaglutinosa* extract. Khan [et al.]. *Int. J. Nanomedicine*. 2013; Vol. 8: 1507–1516.
4. Markel, A. L. The assessment of the main characteristics of rats' behavior in the "open field" Test. A. L. Markel. *Jour. higher nerve activity*. 1993; No. 1: 150–156.
UDC 615.322+ [635.72 + 635.71] -26.86

Поступила/Received: 21.05.2020

Принята в печать/Accepted: 03.06.2020