

# Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(23)

2020 г.

## Учредитель

Государственное учреждение  
«Республиканский научно-  
практический центр  
радиационной медицины  
и экологии человека»

**Журнал включен в** Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

**Журнал зарегистрирован**  
Министерством информации  
Республики Беларусь,  
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 27.04.20  
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Печать цифровая. Тираж 200 экз.  
Усл. печ. л. 23. Уч.-изд. л. 13,57.  
Зак. 29.

Издатель ГУ «Республиканский  
научно-практический центр  
радиационной медицины и  
экологии человека»  
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП  
«Редакция газеты  
«Гомельская праўда»  
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

## Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

## Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веялкин (к.б.н., доцент), А.В. Воропаева (к.м.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), А.В. Жарикова (к.м.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), И.Н. Коляда (к.м.н.), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызилов (д.м.н., профессор), А.В. Макарич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Я.Л. Навменова (к.м.н., доцент), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н., доцент), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н., доцент), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент),

## Редакционный совет

Е.Л. Богдан (МЗ РБ, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), В.И. Жарко (Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (МЗ РБ, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

## Технический редактор

С.Н. Никонович

**Адрес редакции** 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,  
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала  
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97  
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: [mbp@rcrm.by](mailto:mbp@rcrm.by)

© Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека», 2020

№ 1(23)

2020

# Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

## **Founder**

Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

Journal registration  
by the Ministry of information  
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

**ISSN 2074-2088**

**Обзоры и проблемные статьи**

- Ю.В. Бондарева, А.В. Величко, Т.А. Величко  
Анатомо-гистологические особенности строения паращитовидных желез (обзор литературы) 6
- А.Н. Котеров, Л.Н. Ушенкова, М.В. Калинина, А.П. Бирюков  
Краткий обзор мировых исследований лучевых и нелучевых эффектов у работников ядерной индустрии 17
- М.И. Краснобаева, И.С. Соболевская, О.Д. Мяделец  
Циркадные ритмы – как один из факторов регуляции биологии волосяных фолликулов (обзор литературы) 32
- О.В. Петкевич, З.А. Дундаров  
Феномен транслокации кишечной микробиоты у умерших органных доноров (обзор литературы) 41
- С.А. Цуканова, А.В. Жарикова, А.Н. Цуканов, О.В. Кобылко, В.И. Ходулев  
Патофизиологические механизмы дискогенных поясничных радикулопатий (Обзор литературы) 48

**Медико-биологические проблемы**

- И.В. Веялкин, Ю.В. Чайкова, С.Н. Никонич, Е.А. Дрозд, О.Ф. Сороко, О.Н. Захарова, С.В. Панкова, О.П. Овчинникова, И.П. Боровская  
Оценка рисков для здоровья у работников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника 59
- А.С. Владыко, Е.П. Счесленок, Е.Г. Фомина, Е.Е. Григорьева, Т.В. Школина, Н.А. Дубков, П.А. Семижон  
Особо опасные парамиксовирусы Нипа и Хендра 66
- Н.А. Козелько, Е.В. Толстая  
Взаимосвязь психологического состояния у подростков и предпочитаемых компьютерных игр 79

**Reviews and problem articles**

- Y.V. Bondareva, A.V. Velichko, T.A. Velichko  
Anatomical and histological features of the structure of parathyroid glands (literature review) 6
- A.N. Koterov, L.N. Ushenkova, M.V. Kalinina, A.P. Biryukov  
Brief review of world researches of radiation and non-radiation effects in nuclear industry workers 17
- M.I. Krasnobaeva, I.S. Sobolevskaya, O.D. Myadelets  
Circadian rhythms - as one of the factors in the regulation of the biology of hair follicles 32
- O.V. Petkevich, Z.A. Dundarov  
The phenomenon of intestinal microbiota translocation of deceased organ donors (review of literature) 41
- S.A. Tsukanova, A.V. Zharikova, A.N. Tsukanov, O.V. Kobylko, V.I. Hodulev  
Pathophysiological mechanisms of lumbar disc radiculopathies [literature review] 48

**Medical-biological problems**

- I.V. Veyalkin, Yu.V. Chaykova, S.N. Nikonovich, E.A. Drozd, O.F. Soroko, O.N. Zakharova, S.V. Pankova, O.P. Ovchinnikova, I.P. Borovskaya  
Health risk assessment for employees of the Polesky State Radiation-Ecological Reserve 59
- A.S. Vladyko, E.P. Scheslenok, E.G. Fomina, E.E. Grigorieva, T.V. Schkolina, N.A. Dubkov, P.A. Semizhon  
Especially dangerous paramixoviruses Nipah and Hendra 66
- N.A. Kozelko, E.V. Tolstaya  
The relationship of the psychological state in adolescents and preferred computer games 79

<b>В.С. Костюнина, Е.В. Васина, Н.В. Гончарова, Н.В. Петёвка</b> Закономерности развития гранулоцитарно-моноцитарного и мегакариоцитарного ростков миелопоэза CD34+ клеток пуповинной и периферической крови	86	<b>V.S. Kostyunina, E.V. Vasina, N.V. Goncharova, N.V. Petyovka</b> Developmental patterns of granulocyte-monocyte and megakaryocyte lineages from cord and peripheral blood CD34+ cells	
<b>Т.А. Прокопенко, Н.И. Нечипуренко, А.Н. Батян, И.Д. Пашковская, А.П. Зажогин</b> Морфологическая структура биожидкостей и про-, антиоксидантное состояние у пациентов с хронической ишемией мозга при использовании лазерной гемотерапии	94	<b>T.A. Prokopenko, N.I. Nechipurenko, A.N. Batyan, I.D. Pashkovskaya, A.P. Zajogin</b> Morphological structure of bioliquid and pro-, antioxidant state in patients with chronic cerebral ischemia under of laser hemotherapy	
<b>Л.Н. Эвентова, А.Н. Матарас, Г.Н. Евтушкова, Н.Г. Власова</b> Усовершенствование метода оценки доз облучения населения в ситуации существующего облучения после аварии на Чернобыльской АЭС	102	<b>L.N. Eventova, A.N. Mataras, G.N. Evtushkova, N.G. Vlasova</b> Improvement of the method for assessment of doses of exposed population in the current radiation situation after Chernobyl accident	
<b><i>Клиническая медицина</i></b>		<b><i>Clinical medicine</i></b>	
<b>М.В. Белевцев, Е.А. Ласюков, М.Г. Шитикова, А.Н. Купчинская, Ю.Е. Марейко, Л.В. Мовчан, Т.В. Шман</b> Особенности восстановления субпопуляций лимфоцитов у пациентов с первичными иммунодефицитами после аллогенной трансплантации гемопоэтической стволовой клетки	109	<b>M.V. Belevtsev, J.A. Lasjukov, M.G. Shytikova, A.N. Kupchinskaya, J.E. Mareiko, L.V. Movchan, T.V. Shman</b> Features of recovery of lymphocyte subpopulations in patients with primary immunodeficiency after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation	
<b>С.В. Зыблева</b> Периферические дендритные клетки в диагностике ранней дисфункции почечного трансплантата	118	<b>S.V. Zybleva</b> Peripheral dendritic cells in the diagnosis of early allograft dysfunction	
<b>Э.В. Могилевец, Л.Ф. Васильчук</b> Лечение многократно рецидивирующего кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода и желудка	123	<b>E.V. Mahiliavets, L.F. Vasilchuk</b> Consecutive approach in treatment of resistant bleeding from esophageal varices	
<b>И.В. Орадовская, Т.Т. Радзивил</b> Иммунный статус персонала Сибирского химического комбината при наличии хронических заболеваний	135	<b>I.V. Oradovskaya, T.T. Radzivil</b> Immune status of personnel of Siberian chemical plant in the presence of chronic diseases	

Н.Н. Усова, А.Н. Цуканов, Т.В. Дробова,  
А.П. Савостин, В.В. Мельник

Бессимптомный синдром запястного  
канала у женщин молодого возраста 148

Т.М. Шаршакова, В.А. Рожко, И.В. Веялкин  
Комплексная организационно-меди-  
цинская оценка формирования первич-  
ной заболеваемости аутоиммунным  
тиреоидитом в Республике Беларусь 154

### Обмен опытом

В.Я. Латышева, А.Е. Филюстин,  
Н.В. Юрашкевич, В.В. Рожин, Г.В. Коваль-  
чук, А.А. Лапеко

Семиотика, диагностика и лечение  
гнойного эпидурита. Клинические на-  
блюдения 161

М.Г. Русаленко, В.В. Сукристый, И.Г. Сава-  
стеева, С.В. Панкова

Распространенность хронических забо-  
леваний по результатам диспансериза-  
ции сотрудников ГУ «РНПЦ радиаци-  
онной медицины и экологии человека» 169

Е.С. Пашинская

Способ культивации *Toxoplasma gondii*  
на мышинной модели *in vivo* 176

### Юбилей

Захарченко Михаил Петрович  
(к 70-летию со дня рождения) 180

N.N. Usova, A.N. Tsukanov, T.V. Drobova,  
A.P. Savostin, V.V. Melnik

Asymptomatic carpal tunnel syndrome in  
young women

T.M. Sharshakova, V.A. Rozhko, I.V. Veyalkin  
Integrated organizational and medical  
estimation of primary incidence rates of  
autoimmune thyroiditis in the Republic  
of Belarus

### Experience exchange

V.Ya. Latysheva, A.E. Filustin, N.V. Yurashk-  
evich, V.V. Rozhin, G.V. Kovalchuk, A.A. La-  
peko

Semiotics, diagnostics and treatment of  
purulent epiduritis. Clinical cases

M.G. Rusalenko, V.V. Sukristy, I.G. Savaste-  
eva, S.V. Pankova

The prevalence of chronic diseases based on  
the results of dispensary examination of em-  
ployees of the Republican research center  
for radiation medicine and human ecology

E.S. Pashinskaya

The method of cultivation of *Toxoplasma*  
*gondii* in a mouse model *in vivo*

### Jubilee

Zaharchenko Mihail Petrovich  
(On the 70<sup>th</sup> anniversary)

**ИММУННЫЙ СТАТУС ПЕРСОНАЛА СИБИРСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА ПРИ НАЛИЧИИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**<sup>1</sup>ФГБУ «ГНЦ Институт иммунологии» ФМБА России, г. Москва, Россия;<sup>2</sup>«Сибирский Федеральный научно-клинический центр» ФМБА, г. Северск, Россия

Представлены результаты оценки иммунного статуса (ИС) 2-х групп персонала химико-металлургического завода (ХМЗ) и Завода разделения изотопов (ЗРИ) общей численностью 86 человек. Весь персонал был мужского пола. Обследованные группы различались по характеру радиационного воздействия: преобладающим у персонала ХМЗ было внешнее  $\gamma$ -излучение, у персонала ЗРИ – ионизирующее излучение (ИИ) от  $\alpha$ -источников. Средний стаж контакта с облучением у персонала ХМЗ был  $14,46 \pm 1,05$  лет, у персонала ЗРИ – достоверно выше на 4,09 года. Установлены особенности изменений в ИС при наличии хронических заболеваний (ХЗ). У персонала ХМЗ выявлен высокий уровень сывороточного IgG, который при отсутствии ХЗ превышал показатели при наличии всех ХЗ, кроме ХЗ органов дыхания. Выявлено достоверное или тенденция к повышению показателей Т-клеточного звена ИС при наличии ХЗ органов пищеварения у персонала ХМЗ и костно-мышечной системы у персонала ЗРИ; при наличии грибковых инфекций в обеих группах; при ХЗ костно-мышечной и мочевыводящей системы – CD4+-Т-лимфоцитов. Повышение CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов может быть обусловлено активирующим воздействием облучения в малых дозах на Т-клеточное звено ИС.

**Ключевые слова:** химико-металлургический завод, завод разделения изотопов, персонал, дозы облучения, хронические заболевания, иммунный статус

Химико-металлургический завод и завод разделения изотопов входят в число подразделений, составляющих основу Сибирского химического комбината (СХК). СХК является одним из ведущих предприятий ядерно-энергетического комплекса нашей страны и основным градообразующим предприятием г. Северска. Основные работы, выполняемые на ХМЗ в составе СХК, – производство металлических изделий из урана и плутония методами восстановительно-рафинированных плавок, механообработки и прессования. ХМЗ имеет экстракционную и сорбционную технологию переработки урановых и плутониевых отходов и оборотов, а также очистки их от примесей. На ХМЗ производятся высокоэнергетические магниты и их сплавы, ультрадисперсные металлические порошки, переработка и очистка высокообогащённого оружейного урана (ВОУ) до закиси-окиси для перевода в гексафторид урана

и смешения в низкообогащённый оружейный уран (НОУ) на заводе разделения изотопов [[www.atomsib.ru](http://www.atomsib.ru)]. Обедненный уран широко применяется и в гражданской, и в военной областях, и как защитный материал для поглощения рентгеновского и  $\gamma$ -излучений; его используют в самолетостроении, космической промышленности, морской технике, при изготовлении бронебойных снарядов [2].

На заводе разделения изотопов производится обогащение урана по изотопу 235, обогащение как природного, так и регенерированного урана из энергетических реакторов. Кроме обогащения урана производятся стабильные изотопы: ксенон-124, 126, 128, олово-112, 119, селен-74 и др. [[www.atomsib.ru](http://www.atomsib.ru); [armsdata.net/nuclear/024.html](http://armsdata.net/nuclear/024.html)]. Стабильные изотопы являются материалом для получения радиоактивных изотопов с определённым периодом полураспада и типом излучения, которые широко

применяются в различных областях медицины, науки и техники.

В связи с возможными последствиями воздействия ионизирующего излучения (ИИ) на организм и развитием хронической патологии представляется значимым проведение исследований для оценки заболеваемости и показателей иммунного статуса (ИС) персонала радиационно-опасных производств. Подобные исследования являются единичными [3-6].

### **Материал и методы исследования**

Настоящее исследование основано на результатах мониторинга за персоналом ХМЗ и ЗРИ, ранее работающего по ядерно-оружейной тематике и различающегося, как будет показано ниже, по дозам внешнего  $\gamma$ -облучения и вкладу эквивалентной дозы от  $\alpha$ -ионизирующего излучения ( $\alpha$ -ИИ) в суммарное радиационное воздействие. Возраст персонала ХМЗ был от 29 до 52 лет со средним показателем  $40,36 \pm 0,94$ , персонала ЗРИ – от 29 до 64 лет со средним показателем  $38,83 \pm 1,07$  лет. Наибольшие возрастные группы и персонала ХМЗ (51,28%), и персонала ЗРИ (61,70%) составили лица в возрасте от 30 до 40 лет. Вторыми по численности были группы в возрасте от 40 до 50 лет – 38,46% и 27,66% соответственно. Группы лиц в возрасте до 30 лет и старше 50 лет были малочисленны.

Оценка ИС проведена у 75 человек, в том числе у 36 работников ХМЗ и 39 персонала ЗРИ. Использованы единые методики оценки ИС, что позволило проводить сопоставительный анализ [7, 8]. Количество лейкоцитов, относительное и абс. содержание лимфоцитов определяли с помощью автоматического гематологического анализатора ADVIA-60. Определение абсолютных показателей Т-лимфоцитов, их субпопуляций, В-лимфоцитов и НК-клеток производилось по формуле:  $A=C \times B/100$ , где А – искомое абсолютное количество клеток, В – относительное содержание клеток, С – общее количество лимфоцитов в периферической крови. Показатели CD3+-, CD4+-, CD8+-Т-лимфоцитов, естествен-

ных киллеров (CD16+56+), активационных антигенов HLA-DR определяли на автоматическом анализаторе – проточном цитофлюориметре COULTER EPICX, Becton Coulter, выделение клеток проводили также в автоматическом режиме с помощью станции пробоподготовки TQ PREP.

В качестве контрольных значений использованы данные, полученные в лаборатории клинической иммунологии и иммунодиагностики при обследовании практически здоровых лиц, которые неоднократно применялись при проведении массовых обследований персонала и населения [7]. В обеих группах персонала ХМЗ и ЗРИ проведен анализ изменения показателей ИС в зависимости от наличия и отсутствия хронических заболеваний (ХЗ) с учетом возраста, стажа, полученной дозы внешнего  $\gamma$ -облучения, эквивалентной дозы от  $\alpha$ -излучателей и суммарной дозы облучения. Обе группы персонала ХМЗ и ЗРИ в ходе выполнения работ подвергались воздействию как  $\alpha$ -излучателей ( $^{210}\text{Po}$ ,  $^{238/239}\text{Pu}$ ,  $^{235/238}\text{U}$ ), так и  $\gamma$ -излучению. Различие выявлялось в том, что в группе персонала ХМЗ преобладающим было  $\gamma$ -излучение, а у персонала ЗРИ –  $\alpha$ -излучение.

Оценка полученных результатов проводилась с помощью методов вариационной статистики с использованием пакетов стандартных статистических программ Microsoft Excel XP, а также с помощью программы Statistica for Windows Version 6,0 (StatSoft Inc., США). Определялось среднее значение (M), ошибка среднего значения (m), среднеквадратичное отклонение, медиана и значение вероятности (p). Различия двух сравниваемых величин считали достоверным, если вероятность их тождества была менее 5% ( $p < 0,05$ ). Для сравнения количественных признаков и определения статистической значимости выявленных отклонений использовались критерии Стьюдента и Манна-Уитни. Для выявления взаимозависимостей качественных признаков были использованы непараметрический критерий  $\chi^2$ , критерий Пирсона для нескольких групп. Достоверными счита-

ли различия при  $p < 0,05$ . Результаты представлены в виде  $M \pm m$ . Взаимосвязь между двумя и более непрерывными признаками определяли методом линейного корреляционного анализа. Для анализа индивидуальных изменений был применен линейный регрессионный анализ. Корреляционный анализ выполняли согласно коэффициенту корреляции рангов Спирмена ( $r$ ).

### Результаты обследования

Иммунный статус всей обследованной группы персонала ХМЗ ( $N=36$ ) по отношению к контролю отличался достоверным повышением процентного и абсолютного содержания лимфоцитов, CD3+-Т-лимфоцитов и CD19+-В-лимфоцитов, относительного содержания NK-Т-клеток и уровня сывороточных IgM, IgG (таблица 1). Определялась умеренная диссоциация в показателях относительных и абсолютных значений CD3+-Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов с повышением абсолютных значений. Достоверно снижена экспрессия маркера HLA-DR+. Кроме того, наблюдалась тенденция к повышению индекса иммунорегуляции и уровня сывороточного IgA. Фенотип ИС персонала ХМЗ характеризовался умеренным повышением лимфоцитов, CD3+-Т- и CD19+-В-лимфоцитов, уровня сывороточных IgM, IgA и значительным повышением IgG. Средний возраст персонала ХМЗ составил  $40,36 \pm 0,94$  лет. Стаж работы персонала в условиях возможного сочетанного облучения составил  $14,46 \pm 1,05$  лет, доза внешнего  $\gamma$ -облучения –  $28,10 \pm 1,61$  мЗв, эквивалентная доза облучения от  $\alpha$ -излучателей –  $5,09 \pm 0,36$  мЗв, суммарная доза –  $33,19 \pm 1,61$ . Наибольший вклад 85,13% в суммарную дозу был от внешнего  $\gamma$ -облучения.

Особенностью изменений ИС персонала ХМЗ были наиболее высокие значения уровня сывороточного IgG и процентного содержания NK-Т-клеток, выходящие за предел нормального диапазона референсных значений выше верхнего диапазона и повышенный уровень сывороточного IgA в сопоставлении с контролем.

Иммунный статус персонала ЗРИ ( $N=39$ ) по отношению к контролю отличался достоверным повышением процентного и абсолютного содержания лимфоцитов и CD19+-В-лимфоцитов, относительных значений CD3+-Т-лимфоцитов и NK-Т-клеток и уровня сывороточных IgM, IgG (таблица 1). Особенностью изменений ИС персонала завода разделения изотопов были наиболее высокие значения CD19+-В-лимфоцитов, (в пределах нормального диапазона, таблица 1), и более физиологичное распределение субпопуляций Т-лимфоцитов, о чем свидетельствуют значения индекса иммунорегуляции, приближающиеся к контрольному уровню. В обеих группах повышено процентное содержание CD3+-Т-лимфоцитов.

Средний возраст обследованного персонала ЗРИ составил  $38,83 \pm 0,97$  лет, что сопоставимо с возрастом персонала ХМЗ. Средний стаж работы персонала в условиях сочетанного облучения составил  $18,55 \pm 0,97$  лет и был достоверно выше по сравнению со стажем персонала ХМЗ, доза внешнего  $\gamma$ -облучения –  $5,66 \pm 0,50$  мЗв, эквивалентная доза от  $\alpha$ -излучателей –  $14,72 \pm 0,82$  мЗв, суммарная доза облучения –  $20,38 \pm 1,10$ . Наибольший вклад 72,23% в суммарную дозу был от  $\alpha$ -излучателей. Эквивалентная доза облучения от  $\alpha$ -излучателей у персонала ЗРИ была достоверно выше персонала ХМЗ ( $14,72$ - $5,09$  мЗв). Доза внешнего  $\gamma$ -облучения у персонала ЗРИ была достоверно ниже персонала ХМЗ ( $5,66$ - $28,10$  мЗв), достоверно ниже была и суммарная доза облучения ( $20,38$ - $33,01$ ).

Различия в ИС между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись по уровню сывороточных IgG, IgA и маркера HLA-DR+%, которые были достоверно ниже (рисунок 1).

По сравнению с ИС персонала ХМЗ наблюдалось иное распределение субпопуляций Т-клеточного звена за счет тенденции повышения цитотоксических CD8+-Т-лимфоцитов, что определило снижение иммунорегуляторного индекса и приближение его к контрольному значению. По



**Таблица 1** – Средние значения показателей ИС персонала ХМЗ и ЗРИ АО СХК по данным мониторинга 2017 г.

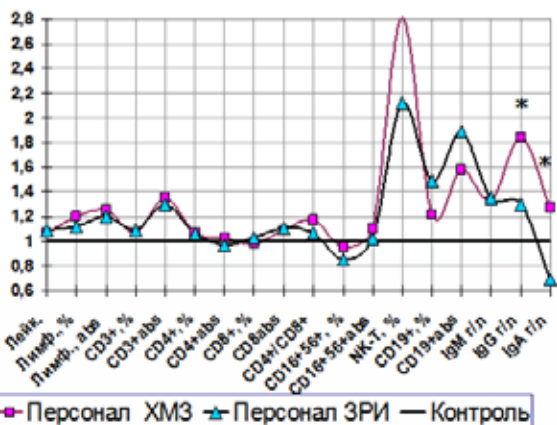
Показатели иммунного статуса	Средние значения, М±m			
	ХМЗ n=36 (39)	ЗРИ n=39 (47)	Вся группа n=75 (86)	Контрольные значения
Лейкоциты	6,84±0,30	7,002±0,322	6,925±0,220 <sup>°</sup> ↑	6,4±0,09
Лимф., %	38,06±1,51 <sup>°°</sup> ↑	35,51±1,23 <sup>°</sup> ↑	36,73±0,97 <sup>°°°</sup> ↑	31,8±0,5
Лимф., абс.	2,552±0,126 <sup>°°</sup>	2,454±0,128 <sup>°°</sup> ↑	2,501±0,89	2,04±0,04
CD3 <sup>+</sup> , %	74,18±1,35 <sup>°°</sup> ↑	75,12±1,21 <sup>°°°</sup> ↑	74,67±0,90 <sup>°°°</sup> ↑	69,1±0,17
CD3 <sup>+</sup> , абс.	1,90 ±0,103 <sup>°°</sup> ↑	1,833±0,98	1,865±0,071 <sup>°°</sup> ↑	1,41±0,09
CD4 <sup>+</sup> , %	44,86±1,14	44,58±1,09	44,71±0,78	42,0±1,3
CD4 <sup>+</sup> , абс.	0,863±0,0567	0,813±0,046	0,837±0,0362	0,84±0,06
CD8 <sup>+</sup> , %	28,77±1,35	30,24±1,22	29,53±0,90	29,3±1,2
CD8 <sup>+</sup> , абс.	0,557±0,043	0,568±0,47	0,563±0,0319	0,51±0,04
CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>	1,75±0,13	1,60±0,09	1,67±0,08	1,5±0,08
CD16 <sup>+</sup> 56 <sup>+</sup> , %	14,21±1,75	12,79±0,91	13,46±0,95	15,0±0,18
CD16 <sup>+</sup> 56 <sup>+</sup> абс.	0,341±0,0417	0,316±0,0276	0,328±0,245	0,31±0,01
NK-T, %	10,97±1,22 <sup>°°°</sup> ↑	8,25±1,35 <sup>°</sup> ↑	9,55±0,92 <sup>°°°</sup> ↑	4,7±0,42
HLA-DR <sup>+</sup> , %	3,07±0,25 <sup>°°°</sup> ↓*↑	2,29±0,22 <sup>°°°</sup> ↓	2,66±0,17 <sup>°°°</sup> ↓	12,5±1,3
CD19 <sup>+</sup> , %	9,17±0,59 <sup>°</sup> ↑	11,18±0,87 <sup>°°°</sup> ↑	10,22±0,54 <sup>°°°</sup> ↑	7,5±0,15
CD19 <sup>+</sup> , абс.	0,237±0,022 <sup>°°</sup> ↑	0,284±0,0358 <sup>°°</sup> ↑	0,261±0,0215 <sup>°°°</sup> ↑	0,15±0,01
IgM, г/л	1,70±0,15 <sup>°</sup> ↑	1,73±0,13 <sup>°°</sup> ↑	1,71±0,10 <sup>°°</sup> ↑	1,28±0,06
IgG, г/л	22,00±1,53 <sup>°°°</sup> ↑***↑	15,49±0,96 <sup>°°</sup> ↑Δ↓	18,62±0,96 <sup>°°°</sup> ↑	11,96±0,18
IgA, г/л	2,69±0,34***↑	1,46±0,12 <sup>Δ</sup> ↓	2,05±0,19	2,12±0,14
Ср. возраст . лет	40,36±0,94	38,83±1,07	39,52±0,73	–
Стаж работы с радиацией, лет	14,46±1,05*↓	18,55±0,97*↑	16,70±0,74	–
Доза внешнего γ-облучения	28,10±1,61***↑ΔΔ↑	5,66±0,50ΔΔ↓	15,83±1,44	–
Экв. доза обл.от α-излучателей	5,09±0,36***↓ΔΔ↓	14,72±0,82ΔΔ↑	10,36±0,71	–
Суммарная доза	33,19±1,70***↑ΔΔ↑	20,38±1,10Δ↓	26,11±1,19	–

Достоверность отличий показателей ИС:

° – от контрольных значений: ° – p<0,05; °° – p<0,01; °°° – p<0,001;

\* – между группами персонала ХМЗ и ЗРИ: \* – p<0,05; \*\* – p<0,01; \*\*\* – p<0,001;

Δ – от показателей всей группы: Δ – p<0,05; ΔΔ – p<0,01.



Значимость различий показателей ИС между группами персонала ХМЗ и ЗРИ: \* – p<0,01.

**Рисунок 1** – Сходство и различия в показателях ИС персонала ХМЗ и ЗРИ, мониторинг 2017 г.

сравнению с ИС персонала ХМЗ у персонала ЗРИ были выше средние значения относительных и абсолютных значений В-лимфоцитов без достоверных отличий.

Выявлены различия в количественном распределении долей лиц с изменениями в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ. Общим были только сопоставимые доли повышения лимфоцитов (таблица 2).

У 1/3 персонала ХМЗ повышено процентное содержание CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов, у 1/5 – показатели CD16<sup>+</sup>56<sup>+</sup>-NK-лимфоцитов и уровня сывороточных IgM, IgA. С частотой 47,22% определялось повышение NK-T-клеток. Наиболее часто отклоняемым параметром ИС был сывороточный IgG – 61,11%. К особенностям ко-

**Таблица 2** – Процент лиц с изменением ( $\downarrow\uparrow$ ) показателей ИС у персонала ХМЗ и ЗРИ

Показатели иммунного статуса	Число/процент (%) сниженных и повышенных показателей:								Референс диапазон
	ХМЗ, n=36 (39)				ЗРИ, n=39 (47)				
	снижением		повышением		снижением		повышением		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Лейкоциты	0	0	5	13,89	1	2,56	4	10,26	4-9
Лимф., %	1	2,78	17	47,22	0	0	18	46,15	19-37
Лимф., абс.	0	0	7	19,44	1	2,56	7	17,95	1,2-3,2
CD3 <sup>+</sup> , %	1	2,78	11	30,56	0	0	9	23,08	57-80
CD4 <sup>+</sup> , %	0	0	12	33,33*** $\uparrow$	1	2,56	11	28,21	31-48
CD8 <sup>+</sup> , %	4	11,11	5	13,89	2	5,13	6	15,38	19-37
CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>	3	8,33	4	11,11	5	12,82	4	10,26	1,0-2,5
CD16 <sup>+</sup> /56 <sup>+</sup> , %	6	16,67	7	19,44* $\uparrow$	6	15,38	4	10,26	8-20
НК-Т, %	3	8,33	17	47,22*** $\uparrow$	14	35,90	11	28,21	3-10
HLA-DR <sup>+</sup> , %	36	100,0	0	0	39	100,0	0	0	8-20
CD19 <sup>+</sup> , %	2	5,56	2	5,56	4	10,26	4	10,26	5-17
IgM, г/л	8	22,22	7	19,44	4	10,26	8	20,51	0,8-2,5
IgG, г/л	2	5,56	22	61,11*** $\uparrow$	5	12,82	14	35,90	9-18
IgA, г/л	4	11,11* $\downarrow$	7	19,44* $\uparrow$	12	30,77 $\uparrow$	1	2,56	1-3,5

Достоверность отличий показателей ИС между группами персонала ХМЗ и ЗРИ:

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

личественного распределения в ИС персонала ХМЗ, кроме повышения IgG, можно отнести изменения уровня IgM, с наличием недостаточности у 22,22% и повышением у 19,44% при нормальных значениях менее чем у 60% (58,34%).

У персонала ЗРИ частота повышения процентного содержания CD3<sup>+</sup>- (23,08%), CD4<sup>+</sup>- (28,21%) Т-лимфоцитов, CD16<sup>+</sup>/56<sup>+</sup>-клеток (10,26%), НК-Т-клеток (28,21%) и сывороточного IgG (35,90%) была ниже по сравнению с персоналом ХМЗ.

Повышение CD3<sup>+</sup>-, CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов может быть следствием активирующего воздействия облучения в малых дозах. Более высокая частота повышения CD3<sup>+</sup>-, CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов у персонала ХМЗ позволяет предположить, что внешнее  $\gamma$ -облучение обладает более выраженным активирующим эффектом на Т-клеточное звено, чем облучение от  $\alpha$ -излучателей. Кроме того, у персонала ХМЗ и более высокая суммарная доза облучения по сравнению с персоналом ЗРИ, что также может усиливать это воздействие. К особенностям распределения долей с изменением показателей ИС персонала ЗРИ следует отнести более высокую частоту снижения сывороточного IgA (30,77%), почти в три раза

превышающую таковую у персонала ХМЗ. Достоверные отличия между группами выражались в увеличении долей повышения CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов (%), CD16<sup>+</sup>/56<sup>+</sup>-НК-лимфоцитов (%), НК-Т-клеток (%) и сывороточных IgG, IgA у персонала ХМЗ и увеличении доли лиц со снижением IgA у персонала ЗРИ (таблица 2).

Иммунный статус персонала ХМЗ при наличии болезней системы кровообращения (БСК) отличался достоверным повышением абсолютного содержания лимфоцитов, CD3<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов и CD19<sup>+</sup>-В-лимфоцитов, высоким уровнем НК-Т-клеток (%), уровня сывороточного IgG и снижением маркера поздней активации лимфоцитов HLA-DR<sup>+</sup> (%) и сывороточного IgA по отношению к контролю (рисунок 2). Наблюдалась тенденция к повышению лейкоцитов, процентного содержания лимфоцитов, что характерно для ИС персонала СХК [3], а также относительных значений CD16<sup>+</sup>/56<sup>+</sup>-НК-клеток и В-лимфоцитов. Определялась диссоциация в показателях относительных и абсолютных значений лимфоцитов, показателей Т-клеточного звена и В-лимфоцитов.

Иммунный статус персонала ЗРИ при наличии БСК по отношению к контролю

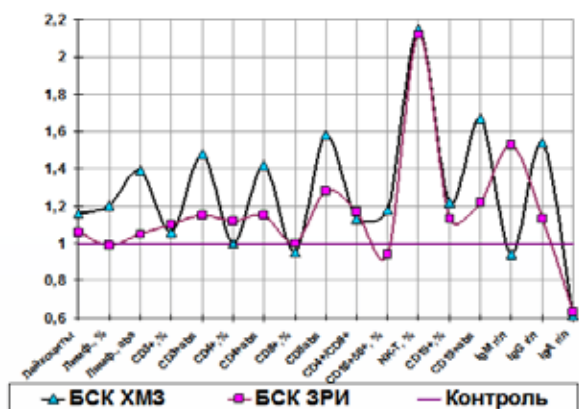
характеризовался достоверным повышением процентного содержания CD3+-Т-лимфоцитов, снижением уровня сывороточного IgA и очень низким уровнем экспрессии маркера поздней активации лимфоцитов HLA-DR+. Достоверные различия между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись по уровню экспрессии HLA-DR+ при наличии многих других тенденций в различиях (рисунок 2).

Иммунный статус персонала ХМЗ при наличии ХЗ системы пищеварения по отношению к контролю характеризовался достоверным повышением абсолютного содержания лимфоцитов и CD8+-Т-лимфоцитов, процентного и абсолютного содержания CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов, NK-Т-клеток, уровня сывороточных иммуноглобулинов всех трех классов и снижением экспрессии маркера HLA-DR+.

Иммунный статус персонала ЗРИ при наличии ХЗ системы пищеварения по отношению к контролю отличался достоверным повышением процентного и абсолютного содержания лимфоцитов, В-лимфоцитов, абсолютных значений CD3+-, CD8+-Т-лимфоцитов, уровня сывороточного IgG и снижением экспрессии HLA-DR+, % (рисунок 3). Определялась тенденция к повышению уровня IgM и снижению IgA. У персонала ХМЗ уровень сывороточных иммуноглобулинов был значительно выше, по сравнению с персоналом ЗРИ. Достоверные различия между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись по показателям

телям CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов (%), В-лимфоцитов (↑), NK-Т-клеток (↓) и уровня сывороточных IgG, IgA (↑) (рисунок 3).

Иммунный статус персонала ХМЗ при наличии ХЗ органов дыхания по отношению к контролю характеризовался достоверным повышением уровня IgG и снижением экспрессии маркера HLA-DR+ (рисунок 4). Наблюдалась тенденция к повышению лимфоцитов, показателей Т-клеточного звена, В-лимфоцитов, уровня IgA и высокие значения NK-Т-клеток (%). Очень высокими были показатели сывороточного IgG. Иммунный статус персонала ЗРИ при наличии ХЗ органов дыхания отличался достоверным повышением процентного содержания лимфоцитов, CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов,



**Рисунок 2** – Различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при наличии БСК, 2017 г.



**Рисунок 3** – Различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при наличии ХЗ органов пищеварения, 2017 г.



**Рисунок 4** – Сходство и различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при наличии ХЗ органов дыхания

абсолютных значений В-лимфоцитов, уровня IgM и снижением HLA-DR+.

Достоверные различия в ИС между группами персонала ХМЗ и ЗРИ при ХЗ органов дыхания определялись по уровню сывороточных IgG, IgA. Выявлено большое сходство в ИС по показателям Т-клеточного звена и В-лимфоцитов при тенденции к снижению CD16+56+-NK-лимфоцитов и NK-Т-клеток в группе персонала ЗРИ (рисунок 4).

Иммунный статус персонала ХМЗ при наличии ХЗ костно-мышечной системы по отношению к контролю отличался достоверным повышением процентного и абсолютного содержания лимфоцитов, CD3+-Т-лимфоцитов, абсолютных значений CD4+-Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов, NK-Т-клеток (%) и уровня IgM, IgG и снижением маркера HLA-DR+ (рисунок 5). Наблюдалась диссоциация в показателях клеточного звена и В-лимфоцитов и тенденция к повышению NK-Т-клеток по сравнению с персоналом ЗРИ.

Иммунный статус персонала ЗРИ при наличии ХЗ костно-мышечной системы по отношению к контролю характеризовался достоверным повышением лимфоцитов, процентного содержания CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов, CD16+56+-NK-лимфоцитов, уровня сывороточных IgM, IgG и снижением экспрессии HLA-DR+. Достоверные различия в ИС между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись по показателям лимфоцитов, которые были значительно выше у персонала ХМЗ. Выявлялась тенденция к повышению уровня сывороточного IgM и снижению IgG, IgA у персонала ЗРИ (рисунок 5).

Иммунный статус персонала ХМЗ при наличии ХЗ органов мочевыводящей системы по отношению к контролю характеризовался достоверным повышением относительного и абсолютного содержания лимфоцитов, CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов, абсолютных значений CD8+-Т-лимфоцитов и CD19+-В-лимфоцитов, NK-Т-клеток (%), уровня сывороточных IgM и IgG и снижением экспрессии маркера HLA-DR+ (рисунок 6).

Иммунный статус персонала ЗРИ при наличии ХЗ органов мочевыводящей системы по отношению к контролю отличался достоверным повышением процентного содержания CD3+-, CD4+-Т-лимфоцитов, абсолютных значений В-лимфоцитов, уровня сывороточного IgM и снижением маркера HLA-DR+ (рисунок 6). Наблюдалась тенденция к повышению NK-Т-клеток (%), В-лимфоцитов, уровня IgG, к снижению CD16+56+-NK-лимфоцитов (%) и уровня IgA. Достоверные различия в ИС между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись по уровню сывороточных IgG, IgA, которые были выше у персонала ХМЗ, при более выраженной диссоциации в показателях относительных и абсолютных значений

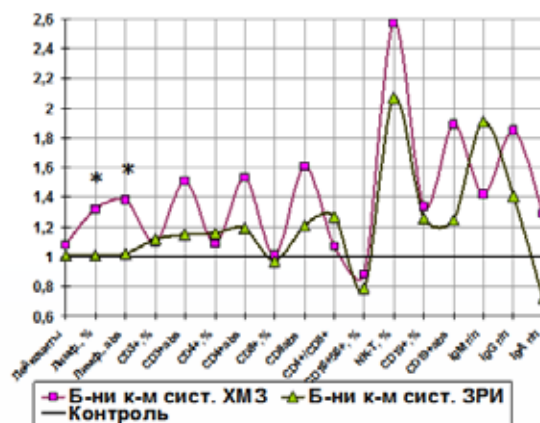


Рисунок 5 – Различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при ХЗ костно-мышечной системы

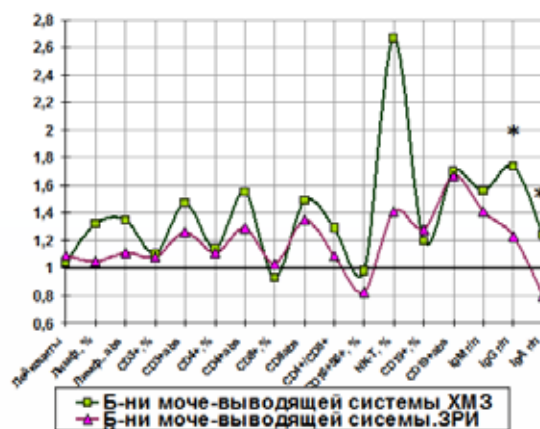


Рисунок 6 – Различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при наличии ХЗ мочевыводящей системы

клеточного звена и значительном повышении NK-Т-клеток (рисунок 6).

При наличии грибковых инфекций ИС персонала ХМЗ по отношению к контролю характеризовался достоверным повышением лимфоцитов, абсолютных значений CD3+, CD4+, CD8+-Т-лимфоцитов при тенденции к повышению их процентного содержания, а также NK-Т-клеток, уровня IgG и снижением экспрессии HLA-DR+ (рисунок 7). Наблюдалась диссоциация в показателях клеточного звена и В-лимфоцитов и тенденция к повышению сывороточных IgM, IgA. Показатели IgG были очень высокими. ИС персонала ЗРИ при наличии грибковых инфекций по отношению к контролю отличался достоверным повышением лимфоцитов (%), абсолютных значений CD8+-Т-лимфоцитов, относительных и абсолютных значений В-лимфоцитов, уровня IgM и снижением экспрессии HLA-DR+. Отмечена тенденция к повышению CD3+, CD8+-Т-лимфоцитов (%), NK-Т-клеток, уровня IgG и снижению CD16+56+-NK-клеток (%). Достоверные различия между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись по показателям В-лимфоцитов (%), которые были достоверно, в 1,65 раза выше у персонала ЗРИ (рисунок 7). В обеих группах наблюдалась тенденция к повышению CD3+-Т-лимфоцитов (76,75%-76,03%) и, кроме того, у персонала ЗРИ – к повышению цитотоксических CD8+-Т-лимфоцитов и снижению CD16+56+-NK-лимфоцитов, NK-Т-клеток и уровня IgG по сравнению с ИС персонала ХМЗ.

При отсутствии ХЗ в ИС персонала ХМЗ по отношению к контролю определялось достоверное повышение относительного содержания В-лимфоцитов, уровня IgG и снижение экспрессии HLA-DR+ (рисунок 8). Наблюдалась тенденция к повышению абсолютных значений CD8+-Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов, NK-Т-клеток и умеренному повышению CD3+-CD4+-Т-лимфоцитов и индекса иммунорегуляции. Отмечена тенденция к повышению сывороточного IgA, в том числе и без учета выскакивающего параметра (10,6 г/л). И при

отсутствии ХЗ у персонала ХМЗ показатели сывороточного IgG были на высоком уровне. ИС персонала ЗРИ при отсутствии ХЗ по отношению к контролю отличался достоверным повышением количества лейкоцитов, процентного содержания CD3+-Т-лимфоцитов, относительных и абсолютных значений В-лимфоцитов, уровня IgG и снижением CD16+56+-NK-лимфоцитов (%), экспрессии HLA-DR+ и уровня IgA. Наблюдалась тенденция к повышению абсолютных значений Т-клеточного звена, цитотоксических CD8+-Т-лимфоцитов (%), NK-Т-клеток (%) и снижению индекса иммунорегуляции. Достоверные различия в ИС между группами персонала ХМЗ

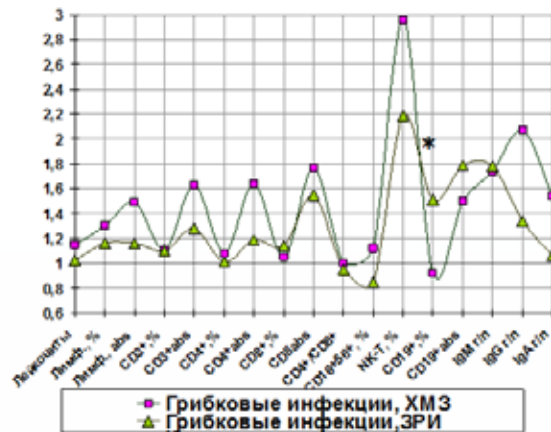


Рисунок 7 – Различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при наличии грибковых инфекций



Рисунок 8 – Различия в ИС персонала ХМЗ и ЗРИ при отсутствии хронических заболеваний

и ЗРИ определялись только по показателям лейкоцитов, которые были в 1,3 раза выше персонала ЗРИ. Отмечена диссоциация в показателях клеточного звена ИС и В-лимфоцитов (рисунок 8).

Выраженные различия между группами персонала ХМЗ и ЗРИ при отсутствии ХЗ определялись по показателям CD3<sup>+</sup>-, CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов (%), процентного и абсолютного содержания В-лимфоцитов (↑), уровню IgG (↓), IgM (↑) и NK-Т-клеток (↓). Повышение показателей Т-клеточного звена может указывать на напряженное состояние иммунной системы, о чем еще также свидетельствуют и очень высокие показатели уровня IgG. Антитела IgG при инфекциях, особенно в отношении часто рецидивирующих хронических инфекций, в том числе респираторных, кишечных, урогенитальных, играют одну из ведущих ролей в обеспечении продолжительного иммунитета. Они длительное время сохраняются в организме. IgG участвует в процессе фагоцитоза, в формировании комплекса антиген-антитело. Гиперпродукция IgG в ответ на инфекционный процесс может быть защитным действием организма. При его рецидивах выработка IgG может нарастать. Повышение IgG может наблюдаться при ХЗ печени, грибковых и паразитарных инфекциях, а также при аутоиммунных заболеваниях и онкологических заболеваниях. На повышение уровня IgG влияют стрессы и физические перегрузки.

В предыдущей публикации показано, что сроки развития ХЗ в группе персонала ЗРИ, контактирующего преимущественно с α-облучением, заметно смещены в сторону повышения, кроме ХЗ органов дыхания. Более раннее развитие хронической патологии у персонала ХМЗ, видимо, обусловлено дополнительным влиянием, кроме радиационного, других факторов риска нерадиационной природы (химические вещества, шум, вибрация, повышенная влажность в помещении и др., избыточная масса тела при БСК). В условиях сочетанного

действия на человека вредных факторов различной этиологии могут изменяться не только количественные клинические показатели, но и показатели ИС.

Анализ показателей Т-клеточного звена ИС показал, что в группах персонала ХМЗ и ЗРИ при наличии ХЗ общим было выявление тенденции / достоверного повышения по сравнению с контролем показателей CD3<sup>+</sup>-, CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов. У персонала ХМЗ большее повышение процентного содержания CD3<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов наблюдалось при ХЗ органов пищеварения (79,44%) и костно-мышечной системы (76,08%); у персонала ЗРИ – при наличии ХЗ костно-мышечной системы (77,46%), органов дыхания (76,99%) и БСК (76,23%). Наибольшее повышение CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов у персонала ХМЗ выявлялось при ХЗ мочевыводящей системы (47,78%) и ХЗ органов пищеварения (46,38%); у персонала ЗРИ – при ХЗ костно-мышечной системы (48,89%) и идентичный уровень – при наличии БСК (46,957%), ХЗ органов дыхания и мочевыводящей системы (по 46,63%). Но при всех ХЗ показатели CD3<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов и CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов были выше контрольного уровня. Достоверные различия между группами персонала ХМЗ и ЗРИ определялись только по показателям CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов при наличии ХЗ органов пищеварения. Повышение содержания CD3<sup>+</sup>-, CD4<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов в обследованных группах может быть следствием активирующего воздействия облучения в малых дозах на Т-клеточное звено ИС [9]. Увеличение абсолютного и относительного количества Т-лимфоцитов/ хелперов, кроме облучения в малых дозах, наблюдается также при аутоиммунных и некоторых инфекционных заболеваниях, что свидетельствует о стимуляции иммунной системы на антиген и является подтверждением ее напряженного функционирования.

Отличительной особенностью ИС обследованных групп персонала является высокий уровень сывороточного IgG,

особенно у персонала ХМЗ. Высокая концентрация IgG может наблюдаться при заболеваниях органов дыхания, ЖКТ и мочеполовой системы в острой и хронической форме, при рецидиве заболевания; аутоиммунном и вирусном гепатите, инфекционном мононуклеозе, цитомегаловирусной инфекции; при аутоиммунной патологии, онкологических заболеваниях (хроническом лимфолейкозе, миеломной болезни), при моноклональной гаммапатии. Моноклональная гаммапатия является предраковым состоянием, но может выявляться как случайная лабораторная находка [10]. Наличие дисиммуноглобулинемии с высоким уровнем сывороточного IgG, особенно при недостаточности IgA, является настоятельным фактором в отношении канцерогенеза и риска развития парапротеинемического гемобластоза, ревматоидного артрита с вторичной гаммапатией. Высокий уровень IgG свидетельствует также и о наличии хронического инфицирования. Помимо защитной функции IgG нейтрализуют некоторые токсины бактериального происхождения.

Высокий уровень сывороточного IgG у персонала ХМЗ является следствием не только наличия ХЗ, так как выявлен и при их отсутствии. Он может быть следствием в том числе и токсического влияния различных химических веществ, используемых или образующихся в ходе технологического процесса [11]. Но при всех ХЗ, а также при их отсутствии, уровни IgG были выше у персонала ХМЗ. Возможно, это взаимосвязано и с более ранним у него проявлением хронической патологии, хотя это предположение нуждается в дальнейших исследованиях. Этот персонал для сохранения трудоспособности нуждается в контроле и повышенном диспансерном наблюдении.

В иммунном статусе обследованного персонала ХМЗ и ЗРИ выявлено повышение NK-Т-лимфоцитов по сравнению с контролем, кроме персонала ЗРИ при ХЗ органов дыхания и мочевыводящей системы. Достоверное повышение опре-

делялось у персонала ХМЗ при наличии БСК, еще более высокие показатели при ХЗ органов пищеварения и грибковых инфекциях кожи; у персонала ЗРИ, в целом, средние значения были несколько ниже по сравнению с персоналом ХМЗ. В группе персонала ХМЗ преобладали доли лиц с повышением ( $>10,0$ ) значений  $8,33\% \downarrow - 47,22\% \uparrow$ , у персонала ЗРИ – со снижением –  $35,90\% \downarrow - 28,21\% \uparrow$ . Но в обеих группах наблюдалась тенденция к повышению средних значений NK-Т-лимфоцитов и при отсутствии ХЗ. У стажированного (19 лет) персонала ЗРИ повышение значений выявлялось при дозе внешнего  $\gamma$ -облучения 16,787 мЗв и высокой эквивалентной дозе от  $\alpha$ -источников – 30,479 мЗв; во втором случае 3,508 мЗв – 18,651 мЗв соответственно. У персонала ХМЗ повышенные значения выявлены в единичном случае при стаже 7 лет и дозах облучения 28,248 и 2,883 мЗв. Обе группы с отсутствием ХЗ малочисленны и не позволяют сделать выводы об их зависимости от наличия/ отсутствия ХЗ.

NK-Т-лимфоциты имеют свойства и Т-, и NK-клеток и являются дополнительным маркером при наличии острых и хронических заболеваний. Повышение NK-Т-клеток может наблюдаться при воспалительных заболеваниях разной этиологии, при длительном и затяжном их течении, при опухолях и длительной персистенции антигена в организме [12]. Повышение NK-Т-клеток отмечено при диссеминированной меланоме кожи в 33% случаев и рассматривается как фактор повышенного канцерогенного риска. При этом субпопуляции CD3+CD56+ и CD3+CD16+-клеток значительно превышали нормальный уровень ( $16,3 \pm 4,4\%$  и  $15,5 \pm 3,4\%$  соответственно) [12].

Средние значения CD16+56+-NK-лимфоцитов в обеих группах обследованного персонала при наличии ХЗ находились в пределах референс-диапазона, но у персонала ЗРИ отмечена тенденция к снижению по сравнению с контролем и по отношению к группе персонала ХМЗ.

Эта тенденция на одном уровне значений выявлялась при наличии ХЗ органов дыхания, органов пищеварения, ХЗ мочевыводящей системы и грибковых инфекциях, достоверно – при наличии ХЗ костно-мышечной системы и отсутствии ХЗ. В группе персонала ХМЗ тенденция к снижению наблюдалась только при наличии ХЗ органов пищеварения. При других ХЗ они соответствовали контролю или выявляли тенденцию к повышению. Доли лиц со снижением значений CD16+56+-NK-клеток независимо от наличия ХЗ в группах ХМЗ и ЗПИ были сопоставимы (16,67-15,38%), доля лиц с повышением достоверно и в 1,89 раз выше у персонала ХМЗ (19,44-10,26%).

Повышение CD16-NK-клеток может быть при вирусных и бактериальных инфекциях, при аллергических и аутоиммунных заболеваниях, и может быть следствием абсолютного лимфоцитоза. NK-клетки участвуют в ранней фазе иммунного ответа на вирусную инфекцию [13] и способны распознавать самые ранние этапы онкогенной трансформации [14]. С возрастом содержание NK-клеток может как увеличиваться, так и снижаться. К их увеличению ведут воспалительные и другие процессы, требующие напряженной работы цитотоксического звена ИС. Нарастание NK-клеток с увеличением возраста выявлено и у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, что характерно для лиц, подвергавшихся облучению в малых дозах [15]. Тенденция увеличения CD16+56+-NK-лимфоцитов с 40-летнего возраста выявлена и у персонала основного производства Горнохимического комбината г. Железнодорожск, что указывало на признаки раннего старения иммунной системы [4, 6]. Снижение CD16-NK-клеток отмечено при длительно текущих хронических и паразитарных инфекциях, при врожденных иммунодефицитах, аутоиммунных заболеваниях, при злокачественном росте, облучении, лечении цитостатиками и кортикостероидами, стрессе, а также может быть следствием

лимфопении. Снижение относительного числа (%) CD16+56+-NK-клеток в ИС персонала ЗПИ может быть следствием длительно текущей хронической инфекции, а также хронического психоэмоционального напряжения.

В обследованных в 2017 г. группах персонала ХМЗ и ЗПИ маркер поздней и длительной активации CD3+HLA-DR+ снижен при всех ХЗ, а также при их отсутствии. Активированные Т-лимфоциты с фенотипом CD3+HLA-DR+ являются показателем реактивности состояния иммунитета. По экспрессии данного маркера можно судить о выраженности и силе иммунного ответа. Снижение CD3+HLA-DR+, возможно, является характерным для персонала СХЗ, так как и при более ранних обследованиях также был выявлен низкий уровень экспрессии данного показателя [3].

### Выводы

1. Достоверные различия в ИС между персоналом ХМЗ и ЗПИ определялись по уровню сывороточных IgG, IgA и HLA-DR+%, которые были ниже в группе персонала, работающего в условиях преимущественного контакта с  $\alpha$ -облучением и достоверно более низкие доли повышения CD4+-Т-лимфоцитов (%), цитотоксических CD16+/56+-лимфоцитов, NK-Т-клеток и уровня IgG по сравнению с работающими в контакте преимущественно с внешним  $\gamma$ -облучением в малых дозах. Эти данные могут быть использованы для выявления характера облучения в аварийных и нештатных ситуациях.

2. Основные различия в показателях ИС при наличии ХЗ в группах персонала ХМЗ и ЗПИ выявлялись по показателям цитотоксических CD16+/56+- и NK-Т-клеток и уровню сывороточных IgG, IgA, в наличии диссоциации в относительных и абсолютных значениях Т-клеточного звена при БСК, ХЗ органов пищеварения, мочевыводящей системы, грибковых заболеваниях, а также при отсутствии ХЗ, что позволяет их отнести в том числе и к воздействию на ИС факторов профвредности.



3. Наибольшее число достоверных различий между группами ХМЗ и ЗРИ выявлено при наличии ХЗ органов пищеварения. Установлено сходство в характере изменений показателей клеточного звена ИС при наличии ХЗ органов дыхания и пищеварения и достоверном повышении CD3<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов (%) при ХЗ органов пищеварения у персонала ХМЗ и тенденции к повышению при ХЗ органов дыхания у персонала ЗРИ.

### **Библиографический список**

1. СХК / Реконструкция ТЭЦ СХК завершена, atomsib.ru / 28.03.2010 г.
2. Бекман, И.Н. Уран / И.Н. Бекман М.: Изд-во МГУ, 2009. – 300 с.
3. Изменение показателей иммунного статуса персонала Сибирского химического комбината в зависимости от дозы внешнего  $\gamma$ -облучения в условиях профессионального контакта / Т.Т. Радзивил [и др.] // Иммунология. – 2016. – № 2. – С. 118-128.
4. Орадовская, И.В. Зависимость изменения показателей иммунного статуса персонала Горно-химического комбината Красноярского края от возраста / И.В. Орадовская, Е.В. Шуватова, М.Ф. Никонова // Медицина экстремальных ситуаций. – 2007. – 1(19). – С. 54-65.
5. Алгоритмы изменения иммунного статуса персонала Сибирского химического комбината при основных иммунопатологических синдромах и иммунозависимых заболеваниях / И.В. Орадовская [и др.] // Физиология и патология иммунной системы. Иммунофармакогеномика. – 2017. – Том 21, №1. – С. 3-31
6. Влияние возрастного фактора на показатели иммунного статуса у персонала ядерно-химического производства / И.В. Орадовская [и др.] // Материалы Межд. научной конф. Радиобиология: «Маяк», Чернобыль, Фукусима. (г. Гомель 24-25 сентября 2015 г.) Минск, 2015. – С. 171-175.
7. Оценка иммунного статуса при массовых обследованиях / Р.В. Петров [и др.] // Метод. рекомендации для научных работников и врачей практического здравоохранения. Иммунология – 1992 – №6 – С. 51-62.
8. Хаитов, Р.М. Оценка иммунного статуса человека в норме и при патологии / Р.М. Хаитов, Б.В. Пинегин // Иммунология. – 2001. – № 4. – С. 4-6.
9. Орадовская, И.В. Иммунологический мониторинг контингента лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Итоги 10-летнего наблюдения. Концепция радиогенного иммунологического синдрома / И.В. Орадовская // В кн. Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье человека. Под ред. проф. Е.Б. Бурлаковой – М., 1996. – С. 96-129.
10. Моноклональная гаммапатия: причины, симптомы, диагностика, методы лечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fb.ru/article/415876/monoklonalnaya-gammapatiya-prichinyi-simptomyi-diagnostika-metodyi-lecheniya-otzyivyi>.
11. Кудрявцев, И. Ю. Состояние заболеваемости, смертности и онкологической помощи при злокачественных новообразованиях кожи в Навоийской области Респ. Узбекистан / И.Ю. Кудрявцев, Е.М. Аксель, Р.А. Керимов // Современная онкология. – 2006. – № 2, том 8. – С. 4-7.
12. Анализ НК-Т-лимфоцитов больных диссеминированной меланомой кожи при биотерапии / А.А. Борунова [и др.] // Медицинская иммунология. Специальный выпуск. – 2015. – Т. 17. – С. 157.
13. Immunobiology: the immune system in health and disease / С.А. Janeway [et al.] 4th ed. – London: Elsevier Science, 1999 – 635 p.
14. Unni. A.M. Intrinsic sensor of oncogenic transformation induces a signal for innate immunosurveillance / А.М. Unni, Т. Bondar, R. Medzhitov // Proc. Natl. Acad. Sci USA. – 2008. – Vol. 105. – P. 1686-1691.
15. Орадовская, И.В. «Иммунологический мониторинг катастрофы в Чернобыле. Отдаленный период. Итоги многолетних наблюдений / И.В. Орадовская. – М., 2007. – С. 531-602.

I.V. Oradovskaya, T.T. Radzivil

**IMMUNE STATUS OF PERSONNEL OF SIBERIAN CHEMICAL  
PLANT IN THE PRESENCE OF CHRONIC DISEASES**

Results of clinical-immunological inspection of new generation of 2 groups of personnel of the Chemical Steel Works (ChSW) and Plant of Division of Isotopes (PDI) with a total number of 86 people are presented. All personnel were male. The examined groups differed on the nature of radioactive effects: external g-radiation was ChSW prevailing at personnel, the personnel of PDI have an ionizing radiation (IR) from  $\alpha$ -sources. An average experience of contact with radiation the personnel of ChSW had  $14,46 \pm 1,05$  years, at personnel of PDI – is reliable 4,09 years above. Features of changes in IS in the presence of the chronic diseases (CD) are established. At personnel of ChSW the high level of serum IgG which in the absence of CD exceeded indicators in the presence of all CD, except CD of respiratory organs is revealed. Reliable increase / trend to increase in indicators of the T-cellular link of IS in the presence of CD of digestive organs at personnel of ChSW and a bone and muscular system at personnel of PDI is revealed; in the presence of fungal infections in both groups; CD4<sup>+</sup>- T-lymphocytes – at CD of a bone and muscular and urinary system. Increase in CD3<sup>+</sup>, - CD4<sup>+</sup>- T-lymphocytes can be caused by the activating impact of radiation in small doses on the T-cellular link of IS.

**Key words:** *Chemical steel works, Plant of division of isotopes, personnel, radiation doses, chronic diseases, immune status*

*Поступила 15.03.2019*