

A.A. Kalinkin, S.S. Petrikov // Neurological journal. - № 5. - 2016. - P. 4-12.

6. Рудник Е.Н. Анализ летальности пациентов с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием, предрасполагающие факторы, причины, осложнения / Е.Н. Рудник, А.А. Белкин, В.С. Громов // Научно-практический журнал: «Анестезиология и реаниматология». - 2018. - Т. 63, № 1. - С.68-72.

Rudnik E.N. The analysis of mortality of patients with non-traumatic subarachnoid hemorrhage, underlying factors, causes, and complications / E.N. Rudnik, A.A. Belkin, V.S. Gromov // Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology. - 2018. - Vol. 63, № 1. - P. 68-72.

7. Савин И.А. Рекомендации по интенсивной терапии у пациентов с нейрохирургической патологией: Уч. пособие / И.А. Савин, М.С. Фокин, А.Ю. Лубнин. - Изд. 4-е - М: НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко / ООО «ИПК «Индиго», 2016. - С. 200.

Savin I.A. Guidelines for intensive therapy of patients with neurosurgical pathologies / I.A. Savin, M.S. Fokin, A.Yu. Lubnin // Teaching aid, 4th edition. M.: Burdenko Research Institute of Neurosurgery/ ООО «ИПК «Indigo», 2016. - P. 200.

8. Эпидемиология инсульта в Якутске по данным территориально-популяционного регистра за 2015 год / С.А. Чугунова, Т.Я. Николаева, З.М. Кузьмина [и др.]. // Дальневосточный медицинский журнал. - 2017. - №3.- С.80-85.

Epidemiology of stroke in Yakutsk according to the data from the Regional Registry of Population for the year 2015 / S.A. Chugunova, T.Ya. Nikolaeva, Z.M. Kuz'mina [et al.] // Far East Medical Journal. - 2017. - № 3. - P. 80-85.

9. AHA/ASA Guideline. Executive Summary: Guidelines for the Management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage/ E. Sander Connolly Jr, Alejandro A. Rabinstein, J. Ricardo Carhuapoma, Colin P. Derdeyn. Stroke. - 2012. - Vol.43 - P.1711-1737. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182587839>

10. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage - diagnosis and treatment/ AK. Petridis, MA. Kamp, JF. Cornelius, T. Beez, K. Beseoglu, B. Turowski, HJ. Steiger // Dtsch Arztebl Int - 2017. - Vol.114 - P. 226-236. <http://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0226>

11. Complications and follow up of subarachnoid hemorrhages. Danière F. Gascou G., N. Menjot de Champfleury, P. Machi, N. Leboucq,

C. Riquelme, C. Ruiz //Diagnostic and Interventional Imaging. - 2015. - Vol. 96. - P.677-686. <http://dx.doi.org/10.1016/j.diii.2015.05.006>

12. Cordingly Matthew, Hell John // Wessex Neuro ICU guidelines. / Cordingly Matthew, Hell John // 2016. - P.103-110. <http://www.neuroicu.org.uk>

13. D'Souza Stanlies. Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage // Journal of Neurosurgical Anesthesiology. - July 2015. - Issue 3. - Vol.27. - P. 222-240. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000130.

14. Subarachnoid blood acutely induces spreading depolarizations and early cortical infarction / JA. Hartings, J York, CP Carroll, JM Hinzman, E Mahoney, B Krueger, MKL Winkler, S Major, V Horst, P Jahnke, J Woitzik, V Kola, Y Du, M Hagen, J Jiang and JP Dreier // A Journal of Neurology "Brain" - Oxford, October 2017 - Vol.140 - P.2673-2690. <https://doi.org/10.1093/brain/awx214>

15. Okazaki Tomoya. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: intensive care for improving neurological outcome. / Tomoya Okazaki, Yasuhiro Kuroda.// Journal of Intensive Care - 2018. - Volume 6. - P.2-8. <https://doi.org/10.1186/s40560-018-0297-5>

О.В. Долгих, К.Г. Старкова, А.В. Кривцов, О.А. Казакова, А.А. Мазунина

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ У НАСЕЛЕНИЯ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ СИБИРИ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

DOI 10.25789/YUMJ.2019.66.15

УДК 613.6:502.3:616.097

Проведено лабораторное иммунологическое и генетическое обследование взрослого населения, проживающего в зоне сочетанного воздействия ряда химических факторов среды обитания.

Выявлены достоверное снижение количества CD3⁺CD25⁺-лимфоцитов относительно референтного интервала, более низкие концентрации CD16⁺CD56⁺-, CD3⁺- и CD4⁺-клеток относительно группы сравнения. Уменьшение в сыворотке содержания IgG и IgM сочеталось с возрастанием уровня IgG к алюминию и бензо(а)пирену, IgE к формальдегиду относительно значений в группе сравнения. Отмечено достоверное (p=0,02) повышение частоты встречаемости минорного аллеля гена фермента eNOS rs1799983, ассоциированное со снижением сывороточного уровня оксида азота, что указывает на формирование дополнительных факторов риска в условиях техногенного воздействия.

Ключевые слова: иммунная регуляция, генетический полиморфизм, ген eNOS rs1799983, техногенные факторы.

A laboratory immunological and genetic examination of the adult population living in the zone of the combined effects of a number of chemical environmental factors was carried out. There was a significant decrease in the number of CD3⁺CD25⁺ lymphocytes relative to the reference interval, and there were lower concentrations of CD16⁺CD56⁺-, CD3⁺- and CD4⁺-cells relative to the comparison group. The decrease in serum IgG and IgM levels was combined with an increase in the level of IgG to aluminium and benzo(a)pyrene, IgE to formaldehyde relative to the values in the comparison group. There was a significant (p=0.02) increase in the frequency of occurrence of the minor allele of the enzyme eNOS rs1799983 gene associated with a decrease in serum levels of nitric oxide, which indicates the formation of additional risk factors under technogenic exposure.

Keywords: immune regulation, genetic polymorphism, eNOS gene rs1799983, technogenous factors.

ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь: **ДОЛГИХ Олег Владимирович** – д.м.н., проф., зав. отделом, oleg@fcrisk.ru, **СТАРКОВА Ксения Геннадьевна** – к.б.н., зав. лаб., skg@fcrisk.ru, **КРИВЦОВ Александр Владимирович** – к.м.н., зав. лаб., krivtsov@fcrisk.ru, **КАЗАКОВА Ольга Алексеевна** – м.н.с., oleg@fcrisk.ru, **МАЗУНИНА Алена Александровна** – м.н.с., oleg@fcrisk.ru.

Необходимость исследования иммунологического здоровья населения вновь возникающих эндемичных провинций в России, формирующихся условиями техногенного загрязнения среды обитания, особенно с учетом индивидуальной генетической вариативности, связана с решением лечебно-профилактических и прогностических задач в условиях техногенной трансформации внешнесредового

окружения в зонах активного промышленного влияния [5, 6, 8, 9].

Химическое загрязнение среды обитания может определять токсическое действие на функции иммунных клеток, оказывать как иммуноактивирующие, так и ингибирующие эффекты, приводящие к развитию иммуопосредованных заболеваний аллергической или аутоиммунной природы [1, 10, 14, 15]. При этом характер и

специфика возникающих изменений связаны, как правило, с особенностями экспозиции, продолжительностью воздействия, источником поступления и свойствами самого фактора или их сочетания. Поэтому особенно важное значение приобретают изучение иммуногенетических особенностей населения с учетом сочетанного многофакторного окружения, определение индикаторных показателей реализации патогенетических тенденций нарушения здоровья [2, 3, 12].

Цель работы – провести анализ иммунных и генетических индикаторных показателей населения в условиях техногенного воздействия городской среды на примере региона Южной Сибири.

Материалы и методы исследования. Обследовали население промышленного центра Иркутской области, в группу наблюдения вошли 50 чел., проживающих в зоне воздействия факторов техногенного загрязнения (средний возраст 34,06±0,84 лет). Группу сравнения составили 31 чел., проживающие на условно чистой территории вне зоны промышленного воздействия, удаленной от региона техногенной химической провинции (средний возраст 41,29±2,22 лет).

Концентрации иммуноглобулинов (IgG, IgM, IgA) в сыворотке крови оценивали с помощью радиальной иммунодиффузии (метод по Манчини), специфический ответ на факторы химической нагрузки определяли методом аллергосорбентного тестирования с ферментной меткой по уровню специфических антител IgG к алюминию и бенз(а)пирену, IgE к формальдегиду. Уровни оксида азота и супероксиддисмутазы в сыворотке исследовали методом иммуоферментного анализа с использованием коммерческих тест-систем («BenderMedSystems», Австрия, «RnD Systems», США). Соотношение популяций лимфоцитов определяли по мембранным CD-маркерам с помощью панелей моноклональных антител к CD-рецепторам («Becton Dickinson», США) на проточном цитометре FACSCalibur («Becton Dickinson», США), учитывая не менее 10000 событий.

Обработку полученных данных проводили в программе Statistica 6.0 (Statsoft, США), результаты представлены в виде среднего арифметического и стандартной ошибки среднего (M±m). Достоверность различий оценивали при p<0,05 по t-критерию Стьюдента.

Для проведения генетического ана-

лиза получали биоматериал со слизистой оболочки ротоглотки, ДНК выделяли сорбентным методом путем разрушения клеток. Генотипирование полиморфизмов проводили с использованием наборов «SNP-скрин» («Синтол», Россия). Генотипы определяли методом полимеразной цепной реакции на термоциклере CFX96 («BioRad», США), использовали вариант в режиме реального времени и метод аллельной дискриминации для разделения групп по генотипам. Данные по генотипированию обрабатывали в программе «Ген Эксперт», частоты генотипов рассчитывали по равновесию Харди-Вайнберга на основе диагностики однонуклеотидных полиморфизмов (SNP). Достоверность межгрупповых различий в распределении частот генотипов и аллелей изучаемых признаков определяли по критерию χ^2 , использовали кодоминантную и мультипликативную модели наследования, данные по частотам аллелей анализировали с расчетом отношения шансов (OR, 95%CI).

Результаты и обсуждение. Выполненное обследование населения показало функциональные изменения иммунных показателей в группе наблюдения (табл. 1). Так, отмечено достоверное снижение количества CD3⁺CD25⁺-лимфоцитов относительно

референтного интервала по относительному показателю у 75,9% обследованных (p<0,05). При анализе относительно показателей группы сравнения выявлены более низкие концентрации CD16⁺CD56⁺-лимфоцитов, в среднем в 1,8-2,3 раза, CD3⁺- и CD4⁺-лимфоцитов в 1,2 раза по абсолютному уровню экспрессии маркеров (p<0,05).

В то же время наблюдались достоверное изменение показателей гуморального иммунитета, снижение содержания IgG и IgM в 1,2 и 1,5 раза соответственно относительно значений в группе сравнения (p<0,05).

Одновременно наблюдалось возрастание уровня специфических антител при сравнении с референтным диапазоном по маркеру IgG к алюминию у 64,6% обследованных (p<0,05). Также возрастало содержание антител IgG к алюминию в 2,8 раза, IgG к бенз(а)пирену в 5,1 раза, IgE к формальдегиду в 3,0 раза относительно показателей группы сравнения (p<0,05).

Таким образом, выявлены изменения в показателях иммунной реактивности у обследованного населения в условиях техногенного воздействия, которые связаны с количественным дисбалансом основных популяций иммунокомпетентных клеток, снижением функциональной активности гу-

Таблица 1

Показатели иммунной регуляции у населения в условиях техногенного воздействия

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения	Группа сравнения
CD16 ⁺ CD56 ⁺ -лимфоциты, 10 ⁹ /дм ³	0,09-0,59	0,148±0,033*	0,348±0,098
CD16 ⁺ CD56 ⁺ -лимфоциты, %	5-27	7,675±1,469*	13,737±2,644
CD19 ⁺ -лимфоциты, 10 ⁹ /дм ³	0,09-0,66	0,203±0,045	0,269±0,054
CD19 ⁺ -лимфоциты, %	6-25	9,85±1,102	10,842±1,492
CD3 ⁺ -лимфоциты, 10 ⁹ /дм ³	0,69-2,54	1,426±0,145*	1,762±0,235
CD3 ⁺ -лимфоциты, %	55-84	76,325±2,284	71,789±2,543
CD3 ⁺ CD4 ⁺ -лимфоциты, 10 ⁹ /дм ³	0,41-1,59	0,858±0,086*	1,036±0,133
CD3 ⁺ CD4 ⁺ -лимфоциты, %	31-60	45,175±2,411	42,684±2,945
CD3 ⁺ CD8 ⁺ -лимфоциты, 10 ⁹ /дм ³	0,19-1,14	0,535±0,063	0,639±0,116
CD3 ⁺ CD8 ⁺ -лимфоциты, %	13-41	28,35±2,341	25,579±2,938
CD3 ⁺ CD25 ⁺ -лимфоциты, 10 ⁹ /дм ³	0,19-0,56	0,173±0,045	0,129±0,043
CD3 ⁺ CD25 ⁺ -лимфоциты, %	13-24	9,448±2,479**	5,158±1,457
IgG, г/см ³	10-18	11,994±0,583*	15,825±1,035
IgM, г/см ³	1,1-2,5	1,558±0,101*	2,318±0,431
IgA, г/см ³	1,1-3,0	2,21±0,15	2,392±0,303
IgE к формальдегиду, МЕ/см ³	0-1,5	0,305±0,099*	0,103±0,061
IgG к алюминию, у.е.	0-0,1	0,216±0,053*/**	0,078±0,03
IgG к бенз(а)пирену, у.е.	0-0,3	0,248±0,08*	0,049±0,032

Примечание: * – разница достоверна относительно группы сравнения;

** – разница достоверна относительно референтного интервала (p<0,05).

морального звена иммунитета с формированием гиперчувствительности к факторам химического воздействия по уровню специфических антител к алюминию, формальдегиду, бенз(а)пирену.

Развитие предрасположенности к аллергическим состояниям у населения, проживающего на территориях активного техногенного освоения, определяется избыточной аллергенной нагрузкой многофакторного промышленного загрязнения. В результате наблюдается чрезмерная активация иммунных клеток, которая нередко способствует усилению окислительных реакций и развитию окислительного стресса и патофизиологических состояний [13, 16].

При генетическом исследовании у населения территории наблюдения были определены особенности индивидуальной генетической вариабельности по генам воспаления и антиоксидантной защиты эндотелиальной синтазы оксида азота *eNOS* (rs1799983) и супероксиддисмутазы *SOD2* (rs2758330) (табл. 2). Анализ соотношения частот генотипов и аллелей в обследованных группах выявил достоверное повышение распространенности мутантного аллеля Т гена *eNOS* в группе наблюдения на уровне 19,7% при 6,5% в группе сравнения ($p < 0,05$). В то же время достоверных отличий по частоте встречаемости минорных генотипов и аллелей по гену *SOD2* выявлено не было. Можно предположить, что присутствие мутантного аллеля Т гена *eNOS* выступает дополнительным фактором риска у населения с высоким уровнем аллергизации в условиях техногенного воздействия при развитии воспалительных процессов и окислительного стресса ($OR=3,566$, $95\%CI=1,18-11,375$), поскольку связано со снижением базальной продукции оксида азота, выполняющего важнейшие регуляторные функции, в том числе связанные с антиоксидантной активностью [4, 7, 11].

Исследование биохимических показателей у населения группы на-

Особенности генетического полиморфизма у населения в условиях техногенного воздействия

Ген (полиморфизм)	Генотип, аллель	Группа наблюдения, (%)	Группа сравнения, %	χ^2	p
<i>eNOS</i> (rs1799983)	GG	65,8	87,1	4,68	0,1
	GT	28,9	12,9		
	TT	5,3	0	5,08	0,02
	G	80,3	93,5		
T	19,7	6,5	0,42	0,81	
<i>SOD2</i> (rs2758330)	CC	60,5			67,7
	CA	28,9			22,6
	AA	10,5			9,7
	C	75	79		
	A	25	21	0,31	0,58

блюдения (табл. 3), ассоциированных с данными генами, подтверждает важное значение взаимодействия факторов среды обитания и особенностей генетического полиморфизма при формировании результирующих фенотипических проявлений. Так, у обследованного населения выявлены пониженные концентрации оксида азота в сыворотке крови в 66,7% случаев относительно значений группы сравнения, в среднем в 1,2 раза ($p < 0,05$). Содержание фермента супероксиддисмутазы в обследованных группах достоверно не отличалось.

Таким образом, генетический анализ выявил достоверное ($p=0,02$) повышение частоты встречаемости минорного аллеля гена фермента *eNOS* rs1799983, ассоциированное со снижением сывороточного уровня оксида азота, что указывает на формирование дополнительных факторов риска в условиях техногенного воздействия.

Выводы. При обследовании населения, проживающего на территории южных районов Сибири в условиях интенсивного техногенного воздействия, отмечены значительные изменения иммунных регуляторных показателей, наблюдались нарушение соотношения основных популяций иммунокомпетентных клеток с понижением фракции $CD16^+CD56^-$, $CD3^+$ - и $CD4^+$ -клеток,

экспрессии активационного маркера $CD25$, снижение продукции сывороточных иммуноглобулинов IgG и IgM в сочетании с развитием сенсibilизации при повышении продукции специфических антител IgG к алюминию, бенз(а)пирену, IgE к формальдегиду. В условиях повышенной чувствительности населения выявлены особенности генетического полиморфизма по гену *eNOS*, ассоциированные со снижением сывороточного уровня оксида азота, что указывает на дополнительные факторы риска, связанные с развитием воспалительных и окислительных реакций, нарушением формирования оптимальных адаптивных кислородзависимых процессов в организме, обеспечивающих детоксикацию и защиту эндотелиоцитов.

Выявленные особенности индикаторных иммуногенетических показателей у населения обследованной территории предлагается использовать в качестве маркеров патологических нарушений состояния здоровья для решения лечебно-профилактических и прогностических задач в условиях формирования техногенных геохимических провинций.

Литература

1. Адаптивное реагирование иммунной системы людей, проживающих вблизи химически опасного объекта / С.В. Петленко, М.Б. Иванов, Ю.Б. Говердовский [и др.] // Военно-медицинский журнал. – 2011. – № 10. – С. 15-23.

Adaptive response of the immune system of people living near a chemically dangerous object / S.V. Petlenko, M.B. Ivanov, YU.B. Goverdovskiy [et al.] // Voyenno-meditsinskiy zhurnal. – 2011. – № 10. – P. 15-23.

2. Гены и медиаторы как маркеры нарушений иммунного ответа у детей в условиях контаминации биосред тяжелыми металлами / О.В. Долгих, Н.В. Зайцева, А.В. Кривцов [и др.]

Таблица 3

Содержание биохимических маркеров у населения в условиях техногенного воздействия

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения	Группа сравнения
Оксид азота, мкмоль/дм ³	70,4-208,6	108,69±16,103*	134,39±17,304
Супероксиддисмутаза, нг/см ³	30,1-88,1	61,067±11,316	65,679±11,201

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

// Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 12. – С. 27-29.

Genes and mediators as markers of impaired immune response in children under conditions of contamination of biological media with heavy metals / O.V. Dolgikh, N.V. Zaytseva, A.V. Krivtsov [et al.] // *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. – 2014. – № 12. – P.27-29.

3. Долгих О.В. Иммуногенетические маркеры экспозиции бенз(а)пирена у детей / О.В. Долгих, К.Г. Старкова, А.В. Кривцов // *Вестник Уральской медицинской академической науки*. – 2015. – № 2. – С. 47-49.

Dolgikh O.V. Immunogenetic markers of benzo(a)pyrene exposure in children. O.V. Dolgikh, K.G. Starkova, A.V. Krivtsov // *Vestnik Ural'skoy meditsinskoj akademicheskoy nauki*. – 2015. – № 2. – P.47-49.

4. Жадько Д.Д. Полиморфизм гена эндотелиальной синтазы монооксида азота. Часть 1. полиморфный вариант G894T (Glu298Asp, яв

5. Особенности показателей иммунной регуляции у детского и взрослого населения в условиях крупного промышленного центра / К.Г. Горшкова, Т.С. Лыхина, Д.В. Ланин [и др.] // *Российский иммунологический журнал*. – 2014. – № 8(3). – С. 291-293.

Features of immune regulation in children and adults in a large industrial center / Gorshkova K.G., Lykhina T.S., Lanin D.V. [et al.] // *Rossiyskiy immunologicheskij zhurnal*. – 2014. – № 8(3). – P.291-23.

6. Рахманин Ю.А. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины / Ю.А. Рахманин, Р.И. Михайлова // *Гигиена и санитария*. – 2014. – № 5. – С. 5-10.

Rakhmanin YU.A. Environment and health:

priorities for preventive medicine / YU.A. Rakhmanin, R.I. Mikhaylova // *Gigiyena i sanitariya*. – 2014. – № 5. – P.5-10.

7. Роль оксида азота в процессах свободнорадикального окисления / А.Г. Соловьева, В.Л. Кузнецова, С.П. Перетягин [и др.] // *Вестник российской военно-медицинской академии*. – 2016. – № 1(53). – С. 228-233.

The role of nitric oxide in free radical oxidation processes. A.G. Solov'yeva, V.L. Kuznetsova, S.P. Peretyagin [et al.] // *Vestnik rossiyskoj voyenno-meditsinskoj akademii*. – 2016. – № 1(53). – P.228-233.

8. Смагулов Н.К. Роль факторов окружающей среды в формировании уровня здоровья населения / Н.К. Смагулов, Г.Н. Ажиметова // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2013. – № 11. – С. 57-60.

Smagulov N.K. The role of environmental factors in shaping the level of public health / N.K. Smagulov, G.N. Azhimetova // *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. – 2013. – № 11. – P.57-60.

9. Технологии иммуногенетических исследований для оценки воздействия внешнесредовых факторов на здоровье населения / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова [и др.] // *Вестник Пермского университета. Серия: Биология*. – 2016. – Вып. 4. – С. 368-373.

Immunogenetic research technologies for assessing the impact of external environmental factors on public health / O.V. Dolgikh, A.V. Krivtsov, K.G. Starkova [et al.] // *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya*. – 2016. – Issue 4. – P.368-373.

10. Approaches and considerations for the assessment of immunotoxicity for environmental chemicals: a workshop summary / D.R. Boverhof,

G. Ladics, B. Luebke [et al.] // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 2014. – Vol. 68(1). – P. 96-107. doi: 10.1016/j.yrtph.2013.11.012.

11. Association of nitric oxide levels and endothelial nitric oxide synthase G894T polymorphism with coronary artery disease in the iranian population / K. Mahmoodi, L. Nasehi, E. Karami [et al.] // *Vascular Specialist International*. – 2016. – Vol. 32(3). – P. 105-112. doi: 10.5758/vsi.2016.32.3.105.

12. Cytogenetic and immunological effects associated with occupational formaldehyde exposure / S. Costa, J. Garcia-Lestón, M. Coelho [et al.] // *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. – 2013. – Vol. 76(4-5). – P. 217-229. doi: 10.1080/15287394.2013.757212.

13. Epithelial, dendritic and CD4⁺ T cell regulation of and by reactive oxygen and nitrogen species in allergic sensitization / K. Ckless, S.R. Hodgkins, J.L. Ather [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 2011. – Vol. 1810(11). – P. 1025-1034. doi: 10.1016/j.bbagen.2011.03.005.

14. Immune system reaction against environmental pollutants / T. Tanabe, N. Yamaguchi, M. Okuda [et al.] // *Nihon Eiseigaku Zasshi*. – 2015. – Vol. 70(2). – P. 115-119. doi: 10.1265/jjh.70.115.

15. Kreitinger J.M. Environmental immunology: lessons learned from exposure to a select panel of immunotoxicants / J.M. Kreitinger, C.A. Beamer, D.M. Shepherd // *The Journal of Immunology*. – 2016. – Vol. 196(8). – P. 3217-3225. doi: 10.4049/jimmunol.1502149.

16. Recent developments in the role of reactive oxygen species in allergic asthma / J. Qu, Y. Li, W. Zhong [et al.] // *Journal of Thoracic Disease*. – 2017. – Vol. 9(1). – P. E32-E43. doi: 10.21037/jtd.2017.01.05.

Н.Г. Павлов, Г.И. Алексеева, Г. П. Протодьяконова, М.В. Черных, Е.И. Иванова, М.В. Яковлева

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ БАКТЕРИОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПО ЦИЛЮ-НИЛЬСЕНУ, ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ И LED МИКРОСКОПИИ В ВЫЯВЛЕНИИ КИСЛОУСТОЙЧИВЫХ МИКОБАКТЕРИЙ

DOI 10.25789/УМЖ.2019.66.16

УДК 616 – 002.5.001.42

Для оценки эффективности бактериоскопических методов в ГБУ РС (Я) НПЦ «Фтизиатрия» проведены сравнительные исследования результативности микроскопии методом Циля-Нильсена (Ц-Н), люминесцентной (ЛМ) и LED микроскопии в выявлении КУМ. Результаты

исследования показали более высокую чувствительность ЛМ, по сравнению с методом Ц-Н. Также в связи с тем, что светодиодные люминесцентные микроскопы не требуют высококвалифицированного технического обслуживания и имеют значительно больший срок службы ламп по сравнению с обычными моделями люминесцентных микроскопов, применение LED-технологии является оправданным с экономической точки зрения и позволяет широко рекомендовать ее для диагностики туберкулеза.

Ключевые слова: диагностика туберкулеза, кислотоустойчивые микобактерии, микроскопия методом Циля-Нильсена, люминесцентная микроскопия, LED микроскопия, флуорохромы.

ГБУ РС (Я) НПЦ «Фтизиатрия»: **ПАВЛОВ Николай Герасимович** – к.в.н., с.н.с., png_74@mail.ru, **АЛЕКСЕЕВА Галина Ивановна** – д.м.н., зав. лаб., agi_nik@mail.ru, **ЧЕРНЫХ Марина Валерьевна** – врач бактериолог, maviche@bk.ru, **ИВАНОВА Елена Ивановна** – врач бактериолог, Lena-ivan@mail.ru, **ЯКОВЛЕВА Мария Васильевна** – биолог, baklaboratoriya@inbox.ru, **ПРОТОДЬЯКОНОВА Галина Петровна** – д.в.н., декан фак-та ФГБОУ «Якутская ГСХА», gpret@list.ru.

Performance of bacterioscopic methods was comparatively studied in Bacteriologic Laboratory of the Phthiisiatry Research-Practice Center, to assess the detection of acid-fast bacilli (AFB) by Ziehl-Neelsen (ZN) microscopy, conventional fluorescence microscopy (FM), and LED fluorescence microscopy (LED-FM). The results of the study showed a higher sensitivity of the