

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

УДК 613.632:612.017.1:616.8

Г.М. Бодиевкова, Е.В. Боклаженко, С.И. Курчевенко, Р.Ю. Алексеев

СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА НАРУШЕНИЙ ИММУНОРЕАКТИВНОСТИ
У РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН (Ангарск)

Проанализировано состояние иммунореактивности работников химических производств в динамике (через 4 года). Целью работы явилась оценка изменений в содержании сывороточных концентраций IgA, M, G у работающих при продолжающемся воздействии нейротоксикантов различной химической природы. Под наблюдением находились 452 мужчины. В том числе: 166 работающих в производстве винилхлорида и поливинилхлорида (ВХ и ПВХ) в контакте с хлорированными углеводородами, из них 57 «практически» здоровых стажированных работников со стажем работы $12,2 \pm 0,7$ года, 31 – с начальными проявлениями нейроинтоксикации. 134 работающих в производстве каустика, в условиях воздействия ртути, из них: 19 стажированных работников со средним стажем работы во вредных условиях – $19,18 \pm 1,08$ года, 16 пациентов с впервые установленным диагнозом ХРИ; 32 человека в отдаленном периоде ХРИ. А также обследованы 82 работающих в производстве эпихлоргидрина (ЭПХГ) и 70 – в производстве метанола. Контрольную группу составили 47 мужчин, не имеющих в профессиональном маршруте контакта с веществами нейротоксического действия. Сравнительная оценка изменений иммунореактивности у работающих при воздействии нейротоксикантов различной химической природы позволила установить различия в содержании иммуноглобулинов в зависимости от воздействующего фактора и стадии развития патологического процесса. Наиболее выраженные изменения в дисбалансе иммуноглобулинов установлены при воздействии на работающих паров металлической ртути. Проспективное обследование работников через 4 года в контакте с нейротоксикантами отчетливо демонстрирует, что продолжающееся воздействие производственных факторов приводит к изменению показателей, нарастанию дисбаланса иммуноглобулинов различной направленности и степени выраженности, зависящих от специфики и характера воздействующего нейротоксиканта, что свидетельствует о различиях в механизмах, лежащих в основе формирования нейроинтоксикаций различной этиологии.

Ключевые слова: иммунореактивность, нейротоксиканты, работники химических производств

DISORDER STATE AND DYNAMICS OF IMMUNE RESPONSIVENESS
IN EMPLOYEES OF CHEMICAL PRODUCTIONS

G.M. Bodienkova, E.V. Boklazhenko, S.I. Kurchevenko, R.Yu. Alekseev

Eastern Siberian Scientific Center of Human Ecology SB RAMS, Angarsk

The state of the immune responsiveness of the employees working at the chemical productions has been analysed in dynamics (after 4 years). This work aimed to assess the changes in the serum content of the IgA, M, G concentrations in the employees in the continuous exposure to the neurotoxicants of different chemical nature. 452 workers males were observed, including 166 employees working at the production of vinyl chloride and polyvinyl chloride (VC and PVC) exposed to the chlorinated hydrocarbons, in this group there were 57 "practically" healthy workers with a working period $12,2 \pm 0,7$ years, 31 persons with the early neurointoxication manifestations. 134 employees working at the caustic production under conditions of the exposure to mercury, including 19 workers with a mean working period under harmful conditions – $19,18 \pm 1,08$ years as well as 16 patients with the first revealed diagnosis of chronic mercury intoxication (CMI); 32 persons with a long lasting period of CMI have been examined. 82 employees working at the production of epichlorohydrin (EpCH) and 70 workers from the production of methanol have been also examined. The control group consisted of 47 males who did not expose to the substances with the neurotoxic effects based on the occupation. The comparative change assessment of the immune responsiveness in the employees exposed to the neurotoxicants of different chemical nature has allowed to reveal the differences in the content of the immunoglobulins in dependence on the exposure factor and the development stage of the pathological process. The more expressed changes in the immunoglobulin disbalance were found to occur in the exposure to the metallic mercury vapours of the workers. The prospective examination of the employees exposed to the neurotoxicants after 4 years has clearly demonstrated that the continuous exposure to the production factors may lead to the index change, the increase in the disbalance of the immunoglobulins of different trends and the expression degree dependent on the specific character and the character of the neurotoxicant exposed, which may testify the different mechanisms which are known to be the basis for forming the neurointoxications of different etiology.

Key words: immunoresponsiveness, neurotoxicants, employees of chemical productions

Результаты предыдущих исследований показали изменения иммунологических показателей у работников химических производств, подвергающихся

воздействию нейротоксикантов различной этиологии. При этом в ряде случаев, изменения в нервной системе сопровождались нарушением иммунорегуля-

ции. Известно, что нарушения той или иной системы или органа вследствие регуляторных расстройств являются патологией регуляции. Благодаря взаимосвязям нервной и иммунной систем, их патология имеет свои особенности, которые заключаются в том, что патологические изменения могут появляться не только вследствие прямого действия патогенного агента на ту или иную систему, но и опосредованно через изменения другой интегративной системы [2].

В связи с вышеизложенным на следующем этапе исследований **целью** работы явилась оценка изменений в содержании сывороточных IgA, M, G у работающих при продолжающемся воздействии нейротоксикантов различной химической природы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 452 мужчины. В том числе: 166 работающих в производстве винилхлорида и поливинилхлорида (ВХ и ПВХ) на ООО «Саянскхимпласт» в контакте с хлорированными углеводородами, из них 57 «практически» здоровых стажированных работников, со стажем работы $12,2 \pm 0,7$ года, 31 – с начальными проявлениями нейроинтоксикации, характеризующейся астеническим (эмоционально-лабильным) расстройством с вегетативной дисфункцией. 134 работающих в производстве каустика на ООО «Саянскхимпласт», в условиях воздействия ртути, из них: 19 стажированных работников со средним стажем работы во вредных условиях – $19,18 \pm 1,08$ года, основным клиническим синдромом которых было астеническое (эмоционально-лабильное расстройство), 16 пациентов с впервые установленным диагнозом ХРИ, характеризующейся дополнительными синдромами: органическое эмоционально лабильное расстройство, органическое расстройство личности, вегетативная дисфункция, токсическая энцефалопатия (легко выраженная и умеренно выраженная), когнитивные нарушения, полиневропатия конечностей, гиперкинетический синдром; 32 человека в отдаленном периоде ХРИ, с

токсической энцефалопатией умеренной степени выраженности основными проявлениями, которой являлись органическое эмоционально лабильное расстройство, органическое расстройство личности с когнитивными и эмоционально-волевыми нарушениями. А также обследованы 82 работающих в производстве эпихлоргидрина (ЭПХГ) ООО «Усольехимпром» и 70 – в производстве метанола на ОАО «АНХК». Контрольную группу «условно здоровых» мужчин в количестве 47 человек составили лица сопоставимых по возрасту и общему трудовому стажу, не имеющие в профессиональном маршруте контакта с веществами нейротоксического действия.

Оценку гуморального иммунитета проводили с помощью определения сывороточных концентраций иммуноглобулинов (Ig) классов A, M, G методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием тест-систем производства Вектор Бест (г. Новосибирск). Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0 в среде Windows (№ AXXR004E642326FA, правообладатель лицензии – Ангартский филиал ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН). Для показателей рассчитывалась средняя арифметическая (M), ошибка средней арифметической (m), стандартные отклонения (σ), медиана (Me) и интерквартильный размах (25-й и 75-й процентиля). Достоверность различий средних оценивалась с использованием параметрических и непараметрических критериев: Стьюдента (при нормальном распределении) и Манна – Уитни с учетом поправки Бонферони (при отличающемся от нормального распределения) [1, 3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная оценка сывороточной концентрации иммуноглобулинов в сыворотке крови у работающих в контакте с нейротоксикантами различной химической природы позволила выявить различия в содержании отдельных иммуноглобулинов (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительная оценка изменений иммуноглобулинов у работающих в контакте с различными химическими веществами $M \pm m$, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Показатели, мг/мл	Работающие в производствах:				Контроль (5)
	метанола (1)	каустика (2)	ВХ и ПВХ (3)	ЭПХГ (4)	
	$n = 70$	$n = 134$	$n = 166$	$n = 82$	$n = 47$
IgA	$1,67 \pm 0,10$ $1,5 (1,18-1,93)$	$2,43 \pm 0,74$ $1,4 (1,00-1,98)$	$1,97 \pm 0,07$ $1,73 (1,3-2,4)$ $p = 0,007^{*1-3}$ $p = 0,0002^{*2-3}$	$2,12 \pm 0,16$ $1,8 (1,00-2,8)$ $p = 0,04^{*2-4}$	$2,43 \pm 0,18$ $1,9 (1,37-4,2)$ $p = 0,002^{*1-5}$ $p = 0,0002^{*2-5}$
IgM	$1,37 \pm 0,07$ $1,33 (0,87-1,7)$	$1,86 \pm 0,74$ $1,10 (0,7-1,5)$ $p = 0,008^{*1-2}$	$1,02 \pm 0,05$ $0,84 (0,6-1,27)$ $p = 0,000003^{*1-3}$ $p = 0,02^{*2-3}$	$1,04 \pm 0,08$ $0,85 (0,6-1,2)$ $p = 0,00008^{*1-4}$	$1,91 \pm 0,15$ $1,4 (0,3-3,2)$ $p = 0,05$ $p = 0,0001^{*2-5}$ $p = 0,0001^{*3-5}$ $p = 0,0001^{*4-5}$
IgG	$22,35 \pm 1,10$ $20,48 (15,11-29,16)$	$15,35 \pm 3,4$ $9,00 (6,4-11,7)$ $p = 0,000000^{*1-2}$	$26,39 \pm 4,95$ $10,91 (7,27-17,88)$ $p = 0,0001^{*1-3}$ $p = 0,0009^{*2-3}$	$11,58 \pm 0,82$ $9,85 (5,4-17,2)$ $p = 0,0001^{*1-4}$	$14,8 \pm 1,37$ $12,97 (9,6-21,22)$ $p = 0,00002^{*1-5}$ $p = 0,0001^{*2-5}$ $p = 0,008^{*4-5}$

Примечание: различия между группами сравнения статистически значимы при $p \leq 0,05-0,001$.

Таблица 2

Динамика изменений средних значений показателей гуморального иммунитета у работающих в производствах ВХ и ПВХ, $M \pm m$, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Показатель, мг/мл	«Практически здоровые» стажированные работники ($n = 57$)		Пациенты с начальными проявлениями интоксикации винилхлоридом ($n = 31$)		Контроль, $M \pm m$ (нижняя и верхняя границы)
	1-е обследование	2-е обследование	1-е обследование	2-е обследование	
IgA	$1,25 \pm 0,08^{\Delta}$ 1,05 (0,75–1,70)	$1,73 \pm 0,1^*$ 1,6 (1,2–2,2)	$1,39 \pm 0,12^{\Delta}$ 1,2 (0,95–1,56)	$2,08 \pm 0,14^*$ 1,81 (1,6–2,4)	$2,07 \pm 0,12$ (0,87–3,27)
IgM	$0,7 \pm 0,07^{\Delta}$ 0,6 (0,32–0,80)	$0,9 \pm 0,07^{* \Delta}$ 0,7 (0,5–1,1)	$0,57 \pm 0,06^{\Delta}$ 0,4 (0,3–0,8)	$0,86 \pm 0,07^{* \Delta}$ 0,7 (0,56–1,2)	$2,03 \pm 0,12$ (0,91–3,23)
IgG	$10,9 \pm 1,1$ 9,8 (6,2–11,9)	$15,2 \pm 3,0$ 10,2 (6,8–17,6)	$10,9 \pm 1,2$ 10,1 (6,6–14,1)	$30,1 \pm 11,2$ 14,0 (7,5–20,9)	$10,63 \pm 0,31$ (7,34–13,74)

Примечание: Δ – различия достоверны относительно группы контроля; * – различия между первым и вторым обследованием статистически значимы при $p \leq 0,05-0,001$.

А именно, у большинства работающих в производстве каустика наблюдается снижение IgA. Что касается IgM, то достоверное снижение его наблюдалось у работников всех обследуемых производств. Причем наиболее выражено снижение указанного показателя наблюдалось у работающих в контакте с хлорированными углеводородами (ВХ, ПВХ и ЭПХГ).

Анализ показателей гуморального иммунитета в динамике через 4 года у одних и тех же работающих в контакте с нейротоксикантами отчетливо демонстрирует, что продолжающееся воздействие производственных факторов приводит к изменению показателей различной направленности и степени выраженности, зависящих от специфики и характера воздействующего нейротоксиканта.

Анализ средних уровней сывороточных иммуноглобулинов (табл. 2) у работников производств ВХ и ПВХ позволил выявить изменения показателей у практически здоровых работников и лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации относительно группы контроля.

А именно, установлено снижение концентраций IgM и IgA. Следует отметить, что у лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации выявлено более выраженное снижение уровня IgM. При продолжении воздействия хлорированных углеводородов при повторном обследовании у лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации наблюдается достоверное возрастание IgA, IgM, хотя указанные значения не достигали контрольных значений и оставались на низком уровне. Как у здоровых работающих, так и лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации выявлена ярко выраженная тенденция к возрастанию IgG. При этом средний уровень IgG в группе лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации при повторном обследовании превышал в 3 раза аналогичные значения группы контроля.

Следует отметить, что в группу лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации включены лица с субклинической стадией СВД на основании данных вегетативного тестирования и клинической стадией СВД с полисистемным характером расстройств с преобладанием астенического симптомокомплекса (астеническое расстройство), компенсированными формами заболеваний ЦНС. В этой связи представляло интерес сопоставить различия в изменении

показателей в этих группах (табл. 3). В результате исследования установлено, что между сравниваемыми группами достоверных различий не выявлено. Однако, обращает на себя внимание тенденция к снижению средних значений IgG у пациентов с клинической стадией СВД.

Отличительные особенности в динамике изменений показателей иммуноглобулинов выявлены и у работающих в контакте с парами металлической ртути. Обследование тех же работающих в динамике показало достоверное снижение сывороточной концентрации IgA у здоровых работающих в 46,15 % случаев. У лиц с начальными проявлениями нейроинтоксикации IgA имел ярко выраженную тенденцию к снижению. Напротив, сывороточная концентрация IgM превышала референтные значения в 42,2 % случаев.

Таблица 3

Сравнительная оценка уровней иммуноглобулинов в зависимости от стадии СВД у работающих в производствах ВХ и ПВХ, $M \pm m$, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Наименование показателей, мг/мл	Доклиническая стадия СВД ($n = 17$)	Клиническая стадия СВД ($n = 50$)
IgA	$1,96 \pm 0,18$ 1,97 (1,38–2,2)	$2,04 \pm 0,12$ 1,82 (1,4–2,6)
IgM	$1,04 \pm 0,1$ 0,94 (0,72–1,1)	$0,9 \pm 0,08$ 0,7 (0,5–1,23)
IgG	$47,0 \pm 24,4$ 12,8 (9,2–17,9)	$24,3 \pm 7,3$ 10,9 (8,2–20,0)

Примечание: * – различия достоверны по критерию Манна – Уитни между 1-й и 2-й группами при $p \leq 0,05-0,001$.

Анализируя средние значения показателей иммуноглобулинов у стажированных работающих в контакте с ртутью и пациентов с впервые установленным диагнозом ХРИ зарегистрирована однонаправленная тенденция к снижению IgA и возрастанию IgM при повторном обследовании. Что касается больных в отдаленном периоде ХРИ, то при повторном обследовании зафиксировано достоверное усиление продукции IgA и IgM, в то время как во всех обследованных группах концентрация IgG в динамике не изменялась (табл. 4).

Сравнительный анализ изменений изучаемых иммуноглобулинов в зависимости от стадии СВД показал отсутствие достоверных различий в изменении показателей между обследованными с докли-

Таблица 4

Динамика изменений иммуноглобулинов при воздействии паров металлической ртути $M \pm m$, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Показатель (мг/мл)	Стажированные работающие в контакте с ртутью ($n = 19$)		Пациенты с впервые установленным диагнозом ХРИ ($n = 16$)		Больные в отдаленном периоде ХРИ ($n = 32$)	
	1-е обследование	2-е обследование	1-е обследование	2-е обследование	1-е обследование	2-е обследование
IgA	$1,67 \pm 0,34$ 1,33 (0,38–7,09)	$1,33 \pm 0,17$ 1,28 (0,31–3,18)	$1,95 \pm 0,33$ 1,91 (0,37–4,76)	$1,34 \pm 0,21$ 1,01 (0,30–2,90)	$1,29 \pm 0,14$ 1,11 (0,30–4,20)	$1,61 \pm 0,14^*$ 1,63 (0,04–3,76) $p = 0,04$
IgM	$0,71 \pm 0,08$ 0,74 (0,09–1,44)	$2,05 \pm 1,08$ 0,93 (0,33–21,50)	$0,85 \pm 0,17$ 0,56 (0,14–2,20)	$1,16 \pm 0,19$ 0,87 (0,14–2,5)	$0,67 \pm 0,08$ 0,44 (0,23–2,10)	$1,27 \pm 0,13^*$ 1,05 (0,28–3,06) $p = 0,0001$
IgG	$11,71 \pm 2,38$ 9,02 (1,52–47,40)	$13,58 \pm 1,89$ 1 1,86 (1,11–31,47)	$9,27 \pm 1,50$ 7,79 (3,77–24,00)	$12,04 \pm 1,58$ 10,55 (4,88–28,18)	$11,01 \pm 1,36$ 9,83 (1,10–38,10)	$10,43 \pm 1,31$ 7,85 (1,32–38,10)

Примечание: * – различия достоверны по Манна – Уитни между 1-м и 2-м обследованиями при $p \leq 0,05-0,001$.

Таблица 5

Сравнительная оценка уровней иммуноглобулинов в зависимости от стадии СВД у работающих в производстве каустика, $M \pm m$, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Наименование показателя, мг/мл	Стажированные работающие ($n = 55$)	Доклиническая (субклиническая) стадия ($n = 29$)	Клиническая стадия ($n = 43$)
IgA	$1,61 \pm 0,16$ 1,3 (1,0–1,8)	$1,74 \pm 0,17^{*1-2}$ 1,6 (1,2–2,1)	$1,78 \pm 0,19^{*1-3}$ 1,4 (0,9–2,0)
IgM	$1,06 \pm 0,06$ 1,00 (0,7–1,4)	$1,27 \pm 0,11^{*1-2}$ 1,3 (0,7–1,7)	$3,35 \pm 2,32^{*1-3}$ 1,0 (0,5–1,6)
IgG	$16,14 \pm 6,45$ 8,8 (7,1–11,6)	$16,01 \pm 6,13$ 9,5 (7,0–12,2)	$14,65 \pm 5,34^{*1-3}$ 9,1 (5,7–10,6)

Примечание: * – различия по критерию Манна – Уитни достоверны при $p \leq 0,05-0,001$.

нической и клинической стадиями СВД. При этом, по сравнению со здоровыми работающими в контакте с парами металлической ртути более 5 лет, выявлено достоверное возрастание продукции изучаемых иммуноглобулинов в группах с доклинической и клинической стадиями СВД (табл. 5).

Отличительные особенности установлены и при повторном обследовании работающих в производстве эпихлоргидрина (табл. 6). А именно, следует отметить выраженное достоверное возрастание уровней IgA и IgM относительно аналогичных показателей при первом обследовании.

Таблица 6

Динамика изменений иммуноглобулинов у работающих в производстве эпихлоргидрина

Показатель, мг/мл	1-е обследование ($n = 81$)	2-е обследование ($n = 81$)
IgA	$0,99 \pm 0,07$ 0,79 (0,14–2,91)	$2,07 \pm 0,15^*$ 1,8 (0,02–7,00)
IgM	$0,53 \pm 0,04$ 0,44 (0,02–1,44)	$1,05 \pm 0,08^*$ 0,80 (0,08–5,1)
IgG	$12,62 \pm 0,87$ 11,18 (2,92–34,32)	$11,65 \pm 0,83$ 9,90 (2,00–34,00)

Примечание: различия по Манна – Уитни достоверны при $p \leq 0,05-0,001$.

Таким образом, сравнительная оценка изменений иммунореактивности у работающих при воздействии нейротоксикантов различной химической природы позволила установить различия в содержании иммуноглобулинов в зависимости от воздействующего

фактора и стадии развития патологического процесса, что свидетельствует о различиях в механизмах, лежащих в основе формирования нейроинтоксикаций различной этиологии. Наиболее выражены изменения в дисбалансе иммуноглобулинов при воздействии на работающих паров металлической ртути. При этом проспективное обследование работников через 4 года позволило установить, что продолжающееся воздействие нейротоксикантов, характерных для производств каустика, ВХ и ПВХ, ЭПХГ, метанола способствует усугублению дисбаланса иммуноглобулинов различной интенсивности и направленности.

Сравнительная оценка формирования компенсаторно-приспособительных иммунных реакций организма при продолжающемся (в динамике через 4 года) воздействии нейротоксикантов на работающих свидетельствует о нарастании дисбаланса иммуноглобулинов. Более выраженные изменения установлены у работающих в контакте с парами металлической ртути.

Учитывая, что развитие и клиническое манифестирование профессиональной патологии проявляется позднее, чем регистрируются изменения в иммунной системе, создание постоянного мониторинга за состоянием здоровья работающих имеет важное практическое значение. Знание закономерностей динамики изменений в иммунной системе повышает эффективность оценки и прогноза состояния здоровья работающих, степени адаптируемости их к факторам среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гржибовский А.М. Типы данных, проверка рас-
пределения и описательная статистика // Экология
человека. – 2008. – № 1. – С. 52–58.
2. Крыжановский Г.Н., Магаева С.В., Макаров С.В.,
Сепиашвили Р.И. Нейроиммунопатология. Руковод-
ство. – М., 2003. – 438 с.
3. Реброва О.Ю. Статистический анализ меди-
цинских данных. Применение пакета прикладных
программ STATISTICA. – М.: МедиаСфера, 2002. – 312 с.

REFERENCES

1. Grzhibovskij A.M. Types of data, control of assess-
ment and descriptive statistics // Jekologija cheloveka. –
2008. – № 1. – S. 52–58.
2. Kryzhanovskij G.N., Magaeva S.V., Makarov S.V.,
Sepiashvili R.I. Neuroimmunopathology. Manual. – M.,
2003. – 438 s.
3. Rebrova O.Ju. Statistcal analysis of medical data.
Use of package of application program STATISTICA. – M.:
MediaSfera, 2002. – 312 s.

Сведения об авторах

Бодиенкова Галина Михайловна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией иммунологии ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН (665827, г. Ангарск, 12-а мкр-н, д. 3; тел.: 8 (3955) 55-75-66, 8 (3955) 55-40-92; e-mail: immun11@yandex.ru; imt@irmail.ru)

Боклаженко Елена Валерьевна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории иммунологии ФГБУ «Вос-
точно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН

Курчевенко Светлана Ивановна – кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник лаборатории иммунологии
ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН

Алексеев Роман Юрьевич – очный аспирант лаборатории иммунологии ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр
экологии человека» СО РАМН

Information about the authors

Bodienkova Galina Mikhaylovna – doctor of medical sciences, professor, head of the laboratory of immunology of Eastern Siberian
Scientific Center of Human Ecology SB RAMS (microdistrict 12a, 3, Angarsk, Russia, 665827; tel.: +7 (3955) 55-75-66, +7 (3955)
55-40-92; e-mail: immun11@yandex.ru; imt@irmail.ru)

Boklazhenko Elena Valerievna – candidate of medical sciences, scientific officer of the laboratory of immunology of Eastern
Siberian Scientific Center of Human Ecology SB RAMS

Kurchevenko Svetlana Ivanovna – candidate of medical sciences, junior scientific officer of the laboratory of immunology of
Eastern Siberian Scientific Center of Human Ecology SB RAMS

Alekseev Roman Yurievich – internal post-graduate student of the laboratory of immunology of Eastern Siberian Scientific Center
of Human Ecology SB RAMS