

10. Yakushev L.I. Economic basis of multiform system of social security in Russia. Diss. — Moscow, 2000. — 19 p. (in Russian).

11. Yanova S.Yu. Social security: organization and finance mechanism. — St-Petersburg: Izd-vo SPb GUEF, 2000. — 73 p. (in Russian).

Поступила 08.07.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Агапцов Сергей Анатольевич (Agaptsov S.A.),
аудитор счетной палаты РФ, д-р. эконом. наук, проф., акад.
РАЕН.

Пудов Андрей Николаевич (Pudov A.N.),
статс-секретарь — зам. Министра труда и соц. защиты РФ.

УДК 612.017.1:613.6(571.5)

Г.М. Бодиенкова^{1,2}, В.С. Рукавишников^{1,2}

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА У РАБОЧИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

¹ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск 12а, д. 3, а/я 1170, Ангарск, Россия, 665827

²ФГБУН «Иркутский научный центр СО РАН», ул. Лермонтова, д. 134, Иркутск, Россия, 664033

В статье, на основании обследования работающих в условиях воздействия различных факторов производственной среды крупных промышленных предприятий, обсуждаются результаты сравнительной оценки некоторых показателей гуморального иммунитета. Обосновывается возможность использования иммуноглобулинов классов А, М, G в качестве доступного индикатора оценки функциональных резервов организма, являющихся одним из главных факторов риска профессионального здоровья. Своевременное выявление и анализ факторов риска позволит совершенствовать методологию паспортизации трудовых коллективов промышленных предприятий, разработку инновационных способов диагностики и реабилитации работающего населения.

Ключевые слова: рабочие промышленных предприятий, гуморальный иммунитет, функциональные резервы организма.

G.M. Bodienkova^{1,2}, V.S. Rukavishnikov^{1,2}. **Variability of some humoral immunity parameters in workers of various industries in East Siberia**

¹Federal State Budgetary Scientific Institution «East-Siberian Institute of Mediko-Ecological Researches», Angarsk, 12a, 3, p/o 1170, Angarsk, Russia, 665827

²Federal State Institution of Science «Irkutsk Scientific Center», st. Lermontov, 134, Irkutsk, Russia, 664033

Based on examination of workers exposed to various occupational factors in major industrial enterprises, the authors present results of comparative evaluation of some humoral immunity parameters. According to the study, Ig A, M and G are possible as available indicators in evaluation of functional resources being major risk factors for occupational health. Timely diagnosis and analysis of risk factors help to improve methodology of work groups certification in industrial enterprises, specification of innovation diagnostic tools and rehabilitation of working population.

Key words: industrial workers, humoral immunity, functional resources.

На территории Восточной Сибири сосредоточено значительное количество крупных промышленных предприятий основных отраслей экономики (химической, авиастроительной, целлюлознобумажной, алюминиевой, теплоэнергетики и др.). Условия трудовой деятельности работников существенно различаются и тем самым отражаются на качестве жизни, риске формирования и развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний. Производственные факторы, отличающиеся как по характеру, так и по интенсивности воздействия оказывают

существенное влияние на иммунную резистентность организма. Эти изменения не только входят в состав общих сдвигов физиологических систем до начала работы во вредных условиях труда, но и зависят от них, в связи с чем могут служить объективными показателями изменений физиологического состояния организма, имеющих обратимый характер. Сохранение и укрепление здоровья, профессионального долголетия работающего населения требует совершенствования системы донозологического контроля. Изучение донозологических состояний работающих, позволяющих

выявлять самые начальные проявления перенапряжения функциональных систем организма одно из новых научных направлений в медицине труда. Известно, что одной из причин развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний является снижение иммунной реактивности организма. При этом иммунная система одна из первых реагирует на любые неблагоприятные факторы внешней среды, являясь важнейшей составляющей в комплексе компенсаторно-приспособительных механизмов. При продолжающемся воздействии неблагоприятных производственных факторов нарастающий дисбаланс в системе иммунорегуляции способствует развитию в последующем декомпенсированной иммунной недостаточности, которая является основой развития различных патологических состояний.

Известно, что воздействие неблагоприятных экзогенных и эндогенных факторов способствует формированию своеобразного иммунного ответа. При этом такой традиционный показатель, как содержание иммуноглобулинов является интегральным, характеризующим многие компоненты иммунной системы и важнейшие цитокины. Учитывая, что уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови в определенной степени отражает активность иммунокомпетентных клеток организма, не исключено, что указанные показатели могут быть использованы для оценки изменения функционального состояния организма человека. Гуморальный иммунный ответ является функцией В-клеток, трансформирующихся в активные продуценты антител — плазмоциты [5].

Цель работы — выявить особенности изменений в гуморальном звене иммунитета у работников различных предприятий ведущих отраслей промышленности Восточной Сибири.

Материалы и методы исследования. Проведено лабораторно-иммунологическое обследование работающих в условиях воздействия различных производственных вредностей. На предприятиях химической промышленности: в производствах винилхлорида и поливинилхлорида ($n=166$) — средний возраст обследованных составил $51,1 \pm 1,1$ лет, средний стаж работы во вредных условиях труда — $20,9 \pm 0,96$ лет (класс условий труда — вредный 3.1); эпихлоргидрина ($n=82$), подвергающихся воздействию хлорированных углеводородов (хлораллила и эпихлоргидрина) в возрасте — $49,2 \pm 1,2$ года и средним стажем — $12,0 \pm 0,9$ лет (класс условий труда — вредный 3.1–3.2). Обследовано 115 работающих на предприятиях по производству каустика, контактирующих с парами металлической ртути в возрасте $48,1 \pm 1,21$, стажем работы — $19,2 \pm 1,08$ лет (класс условий труда — вредный 3.2–3.3) и 70 человек — производства метилового спирта-сырца, контактирующих с оксидом углерода, метанолом (средний возраст — $35,8 \pm 2,1$, средний стаж — $9,5 \pm 1,8$ лет и класс условий труда — допустимый 2.0). На сульфатцеллюлозном производстве обследованы 134 работающих в контакте с метилсернистыми соединениями

(средний возраст — $38,1 \pm 1,8$ лет, средний стаж — 12,8 лет, класс условий труда — вредный 3.2–3.3). Кроме того, обследованы работники предприятий авиационной промышленности и теплоэнергетики (ТЭЦ), испытывающие в процессе производственной деятельности воздействие соответственно преимущественно локальной вибрации ($n=73$) — средний возраст — $21,72 \pm 0,75$ лет, средний стаж работы — $7,61 \pm 0,65$ лет, средняя стажевая доза вибрации превышает допустимую в 3,2 раза (класс условий труда — вредный 3.1) и шума ($n=47$) — средний возраст — $36,8 \pm 1,41$ год, стаж работы — $11,1 \pm 1,17$, средняя стажевая доза шума превышает в 3,8 раз (класс условий труда — вредный 3.2). Все работающие на вышеперечисленных производствах — мужчины, кроме производства сульфатной целлюлозы, где 59,3 — женщин и 40,7% — мужчин.

В качестве группы сравнения использовали средне-региональные значения показателей здоровых лиц (оцененных теми же методами), проживающих в промышленных центрах Иркутской области и не работающих во вредных и опасных условиях труда [4].

Оценку гуморального звена иммунитета проводили с помощью определения сывороточных концентраций иммуноглобулинов (Ig) классов А, М, 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. Для всех имеющихся выборок проверялась гипотеза нормальности распределения по критерию Шапиро-Уилкса. Работа не ущемляет права и не подвергает опасности благополучия обследованных работников в соответствии с требованиями биомедицинской этики, предъявляемыми Хельсинской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2000) и Приказом Минздрава РФ №266 (от 19.06.2003). Обследования выполнены с информированного согласия пациентов на базе ФГБНУ Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований.

Результаты и их обсуждение. Анализ средних значений показателей гуморального иммунитета у работников изучаемых производств позволил выявить как общие закономерности, так и отличительные особенности изменений уровней иммуноглобулинов различной направленности и степени выраженности, обусловленных преимущественно спецификой воздействующих производственных факторов (табл.).

А именно, у работающих на предприятиях по производству винилхлорида, поливинилхлорида (экспонированных хлорированными углеводородами), сульфатной целлюлозы (работающих в контакте с метилсернистыми соединениями), метилового спирта (рабочие подвергаются воздействию оксида углерода, метанола), авиастроительной промышленности (основной производственной вредностью является вибрация), выявлено достоверное снижение средних значений концентрации IgA относительно группы р

Сравнительная оценка показателей иммунитета у работников основных отраслей экономики Восточной Сибири (M±m)

Показатель, мг/мл	Производство								Региональные показатели (контроль) (n = 529)
	винилхлорида (n=91)	поливинилхлорида (n=75)	сульфатной целлюлозы (n=134)	авиастроитель- ной промышл. (n=73)	ТЭЦ (n=47)	каустика (n=115)	метанола (n=70)	эпихлорги- арина (n=82)	
IgA	1,85±0,10*	2,09±0,1* ▲2-1 ▲2-5	1,46±0,05*	1,69±0,06* ▲4-5	16,04±2,37* ▲5-1	2,42±0,19 ▲6-1	1,67±0,1* ▲7-5	2,12±0,16 ▲8-5	2,35±0,07
IgM	1,04±0,07*	0,99±0,07*	0,64±0,03*	1,19±0,06 ▲4-5	0,76±0,05* ▲5-1	1,12±0,10	1,37±0,07 ▲7-1 ▲7-5	1,04±0,08* ▲8-5	1,25±0,05
IgG	37,05±8,88*	13,47±0,82* ▲2-5	9,19±0,26*	12,23±0,86 ▲4-5	17,45±1,37* ▲5-1	14,54±1,47* ▲6-1	22,35±1,1* ▲7-1 ▲7-5	11,58±0,82* ▲8-5	11,47±0,26

Примечание: * — различия достоверны относительно контроля;

▲ — различия достоверны между группами при $p < 0,05$.

егионального контроля. Вместе с тем, у работающих в условиях воздействия шума (ТЭЦ) обращает на себя внимание возрастание уровней IgA более чем в 7 раз по сравнению, как с группой контроля, так и работающими на других производствах. Известно, что снижение IgA приводит к снижению функций местного иммунитета. IgA — это главный класс иммуноглобулинов серозно-слизистых секретов, а также отделяемого слизистой оболочки дыхательных путей и мочеполовых путей. Учитывая важную роль IgA в защите слизистых оболочек от воздействия различных антигенов, можно предположить, что установленный дефицит IgA у значительного количества работников различных производств с одной стороны может являться фоном для развития воспалительных процессов слизистых, с другой — результатом непосредственного воздействия производственных факторов химической природы, обладающих в т.ч. и раздражающим действием.

Что касается IgM, ответственного за первичный иммунный ответ, то у рабочих большинства производств (винилхлорида, поливинилхлорида, эпихлоргидрина, сульфатной целлюлозы, ТЭЦ) обнаружено также его достоверное снижение по сравнению со среднерегionalным контролем. Наиболее выражено снижение указанного показателя у работающих в условиях воздействия шума (ТЭЦ) и комплекса токсичных веществ производства сульфатной целлюлозы. Антитела класса иммуноглобулина М содержатся преимущественно во внутрисосудистом пуле иммуноглобулинов и доминируют в качестве «ранних» антител.

Иммуноглобулины класса G равномерно распределены между внутри- и внесосудистым пулами и составляют большинство антител вторичного иммунного ответа, а также основную часть антитоксинов [5]. Исследования показывают достоверное повышение средних уровней IgG различной степени выраженности у работающих в производствах винилхлорида, поливинилхлорида, каустика, метанола, предприятий ТЭЦ. Важно отметить разнонаправленный характер изменений уровня IgG у работников значения показателя выше нормы зарегистрированы в 21,2% случаев, снижение в 38,77 случаев, а у лиц «группы риска» повышенные значения показателя наблюдаются в 5,55% случаев, а снижение — в 44,4% случаев. Указанный факт служит аргументом в пользу возрастающей антигенной нагрузки на организм работающих [3]. Чрезмерная активация продукции иммуноглобулинов, а затем последующее их снижение свидетельствует о напряжении защитных иммунных механизмов. Снижение средних уровней указанного показателя установлено у работающих в производстве сульфатной целлюлозы.

При этом выявленные особенности изменений уровней иммуноглобулинов А, М, G у работников не являются стабильными. Дальнейший исход их зависит от условий воздействия производственных вредностей. Ярким подтверждением чего являются установленные нами в предыдущих исследованиях зависимости между

выраженностью изменений иммуноглобулинов, стажем работы и дозовой нагрузкой. А также наблюдение за рабочими в динамике (через 3 года) свидетельствует, что продолжающееся воздействие хлорированных углеводородов приводит к усугублению нарушений в иммунной системе (снижение IgM и IgA и выраженная тенденция к возрастанию IgG). Обращает на себя внимание тот факт, что у стажированных (>5 лет) лиц и рабочих с начальными проявлениями производственно обусловленных нарушений здоровья установлены односторонние, но более выраженные изменения изучаемых показателей, что может способствовать развитию патологических состояний [1,2]. Установленная вариативность изменений гуморального иммунного ответа у работающих в условиях, отличающихся по специфике воздействующих профессиональных вредностей и их интенсивности, отражает уровень адаптационных реакций организма. Подтверждением указанного факта является выполненный нами сравнительный анализ цитокинового профиля у работающих в условиях воздействия различных производственных вредностей в зависимости от воздействующих токсикантов и состояния здоровья работников [6].

Заключение. Результаты исследований позволили выявить изменения показателей иммуноглобулинов различной направленности и степени выраженности, отражающие уровень функционального состояния организма, обусловленный спецификой воздействующего фактора, что обосновывает необходимость создания постоянного мониторинга за работающими во вредных и опасных условиях труда. Концентрации сывороточных иммуноглобулинов могут являться интегральной характеристикой, отражающей не только риск профессионального здоровья, но и отражающей неблагоприятное влияние факторов производственной среды. Результаты работы позволяют рекомендовать определение иммуноглобулинов классов А, М, G в качестве доступного индикатора оценки функционального состояния регуляторных систем организма, поскольку перенапряжение механизмов регуляции и связанное с ним снижение функциональных резервов является одним из главных факторов риска развития заболеваний. Своевременное выявление и анализ факторов риска по функциональным системам организма рабочего позволит разработать методические подходы к паспортизации трудовых коллективов промышленных предприятий ведущих отраслей экономики, характеризующих естественную реактивность организма и риск нарушений здоровья, для дальнейшей раз-

работки персонализационного подхода профилактики, диагностики и реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (СМ. REFERENCES ПП. 6)

1. Алексеев Р.Ю., Бодиенкова Г.М., Курчевенко С.И. // Международный журнал экспериментального образования. — 2011. — №3. — С. 140–141.
2. Бодиенкова Г.М. // Мед. труда и пром. экология. — 2008. — №8. — С. 1–6.
3. Бодиенкова Г.М., Алексеев Р.Ю., Курчевенко С.И., Боклаженко Е.В. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2014. — №1. — С. 9–14.
4. Бодиенкова Г.М., Иванская Т.И., Ковалева М.А., Давыдова Н.С. // Методическая разработка. — Ангарск, 1997.
5. Мейл, Д. Иммунология / Д. Мейл, Дж. Бростофф, Д.Б. Рот, А. Ройтт / Пер. с англ. — М.: Логосфера, 2007. — 568 с.: ил.

REFERENCES

1. Alekseev R.Yu., Bodienkova G.M., Kurchevenko S.I. // Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. — 2011. — 3. — P. 140–141 (in Russian).
2. Bodienkova G.M. Industr. med. — 2008. — 8. — P. 1–6 (in Russian).
3. Bodienkova G.M., Alekseev R.Yu., Kurchevenko S.I., Boklazhenko E.V. // Byulleten' VSNTs SO RAMN. — 2014. — 1. — P. 9–14 (in Russian).
4. Bodienkova G.M., Ivanskaya T.I., Kovaleva M.A., Davydova N.S. Methodic brochure. — Angarsk, 1997 (in Russian).
5. Meryl, D. Immunology. In: D. Meryl, Dzh. Brostoff, D.B. Rot, A. Roytt. Translated from English. — Moscow: Logosfera, 2007. — 568 p. (in Russian). ISBN 978–5–98657–010–5
6. Bodienkova G.M., Alekseev R.Y., Boklazhenko E.V., Kurchevenko S.I. // International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health (Review in progress). — 2014. — 27(4). — P. 619–626.

Поступила 05.04.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бодиенкова Галина Михайловна (Bodienkova G.M.),
зав. лаб. иммуно-биохимических и молекулярно-генетических исследований ФГБНУ «ВСИМЭИ», д-р мед. наук,
проф. E-mail: immun11@yandex.ru
Рукавишников Виктор Степанович (Rukavishnikov V.S.),
дир. ФГБНУ «ВСИМЭИ», член-корр. РАН, д-р мед. наук,
проф. E-mail: rvs_2010@mail.ru.