

УДК 665.71-057.5: 577.1

ПОКАЗАТЕЛИ «ОКСИДАНТ–АНТИОКСИДАНТНОЙ» СИСТЕМЫ У РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Б. Бакиров, Г. Г. Бадамшина, Г. В. Тимашева, Р. Р. Галимова, О. В. Валеева*

Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека, г. Уфа, Россия

“OXIDANT – ANTIOXIDANT” SYSTEM INDICES IN CHEMICAL ENTERPRISE WORKERS

A. B. Bakirov, G. G. Badamsbina, G. V. Timasheva, R. R. Galimova, O. V. Valeeva*

Ufa Scientific-Research Institute of Human Labour Medicine and Ecology, Ufa, Russian Federation

Цель. Изучить показатели «оксидант–антиоксидантной» системы у работников предприятий химической промышленности.

Материалы и методы. Для оценки состояния системы «оксидант–антиоксиданты» были проведены биохимические и цитохимические исследования у 208 работников химического комплекса. Биохимическое обследование антиоксидантного звена включало определение активности каталазы, общей антиоксидантной активности, содержания ретинола и tokoферола в сыворотке крови, цитохимическое – определение среднего цитохимического коэффициента миелопероксидазы в нейтрофилах.

Результаты. Анализ полученных данных выявил дисбаланс в «оксидант – антиоксидантной» системе у работников, занятых во вредных условиях труда, на предприятиях химической промышленности, характеризующийся избыточным накоплением продуктов перекисного окисления липидов, активацией и угнетением активности ферментов антиоксидантного звена. Показана динамика развития изменений показателей в зависимости от стажа работы и выявлены особенности развития метаболических нарушений.

Выводы. Данные нарушения в системе антиоксидантной защиты развиваются под воздействием факторов химического комплекса.

Ключевые слова. Перекисное окисление липидов, антиоксидантная защита, химическая промышленность.

Aim. To study the indices of “oxidant-antioxidant” system in workers of enterprises of chemical industry.

Materials and methods. To assess the status of “oxidant-antioxidant” system, biochemical and cytochemical investigations were carried out in 208 workers of chemical complex. Biochemical examination of antioxidant component included the determination of catalase activity, general antioxidant activity, blood serum retinol and α -tocopherol content, cytochemical investigation – detection of mean cytochemical neutrophile myeloperoxidase coefficient.

© Бакиров А. Б., Бадамшина Г. Г., Тимашева Г. В., Галимова Р. Р., Валеева О. В., 2014

e-mail: gulyabakirova@yandex.ru

тел. 8 (347) 255 19 48

[Бакиров А. Б. – доктор медицинских наук, профессор, директор; Бадамшина Г. Г. (*контактное лицо) – кандидат медицинских наук, заведующая клинико-биохимической лабораторией; Тимашева Г. В. – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела токсикологии; Галимова Р. Р. – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела охраны здоровья работающих; Валеева О. В. – биолог клинико-биохимической лаборатории].

Results. Analysis of the obtained results detected disbalance in the “oxidant-antioxidant” system characterized by excessive accumulation of lipid peroxidation products, activation and depression of enzymatic activity of antioxidant component in workers employed in harmful conditions of labour at chemical enterprises. Dynamic changes in indices depending on the workers’ records of service were shown; developmental peculiarities of metabolic disorders were revealed.

Conclusions. These disorders in the system of antioxidant protection are developing under the effect of complex chemical factors.

Key words. Lipid peroxidation, antioxidant protection, chemical industry.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы работами ряда ученых доказана ведущая роль свободнорадикальных и перекисных процессов в патогенезе патологических состояний, возникающих в организме при поражении химическими веществами [4, 6, 7]. По мнению исследователей, развитию заболеваний токсической природы способствует свободнорадикальный механизм повреждения плазматических, митохондриальных и ядерных мембран вследствие повреждения сосудов и гистогематических барьеров [4, 5].

Ранее проведенными исследованиями установлено, что токсическое влияние вредных производственных факторов химической природы приводит к нарушению в системе «оксидант–антиоксиданты» у работников химического комплекса [1, 6]. У работающих развивается дисбаланс в системе, характеризующийся избыточным накоплением свободных радикалов, перекисей и истощением антиоксидантных резервов. Учитывая постоянное совершенствование технологических процессов, применение инновационных схем на предприятиях химического производства и изменение реактивности организма работников в современных условиях, – изучение реакций антиоксидантной системы является актуальным.

Цель исследования – изучение показателей «оксидант–антиоксидантной» системы у работников предприятий химической промышленности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки состояния системы «оксидант–антиоксиданты» («ОАС») было проведено биохимическое и цитохимическое исследование у 208 мужчин, работающих во вредных условиях химического комплекса ОАО «Нижнекамскнефтехим» и ОАО «ГазпромСалаватНефтехим» (основная группа). Общий класс условий труда согласно Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» соответствовал вредному классу 3.1–3.3 [8]. Контрольную группу составили 168 мужчин аналогичного производства, общий класс условий труда которых относился к допустимому (класс 2). Группы были сопоставимы по возрасту и стажу работы.

Биохимическое обследование антиоксидантного звена включало исследование активности каталазы, общей антиоксидантной активности (АОС), содержания ретинола и α -токоферола в сыворотке крови. Для изучения оксидантного звена системы проводилось определение продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Активность каталазы, общую антиоксидантную активность и уровень продуктов ПОЛ исследовали спектрофотометрическими методами [3]. Содержание основных липидных антиоксидантов – α -токоферола и ретинола определяли высокочувствительным флуориметрическим методом на спектрофлуориметре «Флюорат-

02» [3]. Цитохимическое исследование включало определение среднего цитохимического коэффициента миелопероксидазы (МПО) бензидиновым методом по Грэхему–Кноллу в нейтрофилах (1983).

Статистическая обработка полученных результатов проведена с применением методов параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel. Для равномерных рядов выборочной совокупности были определены средние величины (M), стандартная ошибка средней (m), достоверность различий которых оценивалась по критерию Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$. Для неравномерных рядов совокупности был использован χ^2 -критерий с поправкой Йетса на непрерывность, достоверность различий которого оценивалась согласно полученному уровню p . Для оценки распространенности показателей, значения которых выходили за пределы референтных, была рассчитана частота отклонения от нормы, выраженная в процентах. Стажевая детерминированность нарушений здоровья определена с помощью коэффициента корреляции Пирсона (r).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов проведенных исследований «оксидант–антиоксидантной» системы показал, что в основной группе среднегрупповые показатели активности каталазы, миелопероксидазы и ретинола достоверно отличались от таковых в контрольной (табл. 1). Так, средние значения активности каталазы были увеличены в 1,4 раза, активности миелопероксидазы и содержания ретинола снижены в 1,5 раза по сравнению с данными контрольной группы.

Сравнивая показатели частоты отклонения от нормы с данными контрольной группы, необходимо отметить, что у работников основной группы в 1,3 раза чаще была

Таблица 1

Показатели «оксидант–антиоксидантной» системы у работников предприятий химической промышленности ($M \pm m$)

Показатель	Основная группа	Контрольная группа
Каталаза, мКат/л	40,64±1,7*	29,4±2,4
ПОЛ, мкмоль/л	5,5±0,09	4,0±1,3
АОС ммоль/л	1,2±0,1	1,5±0,3
Миелопероксидаза в нейтрофилах, усл. ед.	1,7±0,06***	2,56±0,07
Ретинол, мкг/дл	20,0±0,8*	29,9±1,2
α -токоферол, мкг/дл	990,1±51,9	880±115,0

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения ($p < 0,05$); *** – достоверность различий с группой сравнения ($p < 0,001$).

увеличена активность каталазы (100 и 75,6% соответственно, $\chi^2=54,5$, $p=0,0005$), в 1,2–2,4 раза снижены общая антиоксидантная активность (66,3 и 36,3%, $\chi^2=32,46$, $p=0,0005$), миелопероксидаза в нейтрофилах (88,0 и 36,3%, $\chi^2=106,7$, $p=0,0005$) и содержание ретинола (100,0 и 81,5%, $\chi^2=39,43$, $p=0,0005$). Уровни α -токоферола и продуктов перекисного окисления липидов у работников основной группы достоверно не отличались от показателей контрольной группы (33,3 и 29,8%, $\chi^2=0,36$, $p=0,5516$; 58,2 и 48,8%, $\chi^2=2,91$, $p=0,0878$ – соответственно).

Оценка полученных результатов у работников с различным стажем работы на производстве позволяет выделить следующие особенности в динамике показателей системы «оксидант–антиоксиданты» (табл. 2).

Изменение состояния данной системы в первые годы работы, вероятно, отражает проявление неспецифического воздействия вредных производственных факторов химического производства, проявляющееся повышенным накоплением продуктов перекисного окисления липидов в организме у большинства работников. Так, у обследованных основной группы выявлены высокие уровни продуктов перекисного окисления

Показатели системы «оксидант–антиоксиданты» у работников химического комплекса в зависимости от стажа ($M \pm m$)

Показатель	Стаж работы, лет			
	0–5	6–10	11–15	Более 15
Каталаза, мКат/л	22,7±2,04	38,9±3,04	41,3±2,1	37,6±3,7
ПОЛ, мкмоль/л	5,85±0,002	5,85±0,003	5,07±0,6	5,30±0,5
АОС ммоль/л	1,3±0,13	0,95±0,01	1,29±0,14	0,8±0,01
Миелопероксидаза в нейтрофилах, усл. ед.	2,20±0,1	2,19±0,1	2,11±0,1	2,14±0,09
Ретинол, мкг/дл	19,0±0,9	19,8±0,8	17,2±1,1	22,4±0,3
α -токоферол, мкг/дл	1041,3±74,1	888,6±48,4	1108,4±62,2	969,3±57,0

липидов: 18,8 и 8,3%, $\chi^2=4,35$, $p=0,0372$ – при стаже работы 0–5 лет, 14,4 и 6,0%, $\chi^2=3,983$, $p=0,046$ – при стаже работы 6–10 лет. По мере увеличения контакта с вредными факторами производства они остаются стабильно высокими и, несмотря на прямую отрицательную корреляционную зависимость от стажа ($r=-0,8$), не достигают референтных значений (1,43–4,3 мкмоль/л). Указанное, вероятно, свидетельствует об усилении деградации полиненасыщенных жиров активными формами кислорода, что приводит к компенсаторному увеличению ферментативной активности каталазы как первичного звена внутриклеточной защиты от свободных радикалов [2] в организме у работников, занятых в условиях химического комплекса. Тенденция к повышению активности каталазы у работников, сохраненная во все периоды стажевой нагрузки ($r=0,66$), свидетельствует о постоянной напряженности метаболических процессов.

Сниженные значения общей антиоксидантной активности относительно референтных (норма 1,3–1,77 ммоль/л), содержание внутриклеточного фермента миелопероксидазы (норма 2,23–2,89 усл. ед.), и, возможно, ретинола (норма 30–80 мкг/дл) в сыворотке и нейтрофилах крови у работников всех стажевых групп свидетельствуют о недостаточности компенсаторных сывороточных и внутриклеточных ингибиторов перекисного окисления липидов и характе-

ризуют признаки развития декомпенсаторных процессов.

Тенденция к снижению внутриклеточного фермента миелопероксидазы, сохраняющаяся на протяжении всего стажа работы ($r=-0,79$), может привести к снижению неспецифического иммунитета вследствие истощения компенсаторных механизмов в организме у работников и ослаблению защиты от внешней инфекции, что согласуется с данным литературы [9].

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что у работников, занятых в предприятиях химического комплекса, выявлен дисбаланс в системе «оксидант–антиоксиданты». У обследованных в первые годы контакта с вредными производственными факторами определялось увеличенное накопление продуктов перекисного окисления липидов; на протяжении всего рабочего стажа – повышение активности каталазы, снижение активности внутриклеточной миелопероксидазы, ухудшения общего антиоксидантного статуса и уменьшения содержания ретинола. Указанный характер сдвигов показателей системы «оксидант–антиоксиданты» нельзя характеризовать как компенсаторно-приспособительный вследствие не только активации, но и угнетения активности ферментов. Ста-

жевая детерминированность изменения показателей каталазы в сыворотке крови и миелопероксидазы в нейтрофилах у работников химического комплекса позволяют предположить, что данные нарушения в системе антиоксидантной защиты развиваются под воздействием факторов химического комплекса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадамышина Г. Г., Тимашева Г. В., Гимранова Г. Г., Каримова Л. К. Состояния системы «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» у работающих в условиях химического комплекса. Здоровье населения и среда обитания 2014; 1: 24–25.
2. Бадамышина Г. Г., Безручко Н. В., Рубцов Г. К., Ганяева Н. Б., Козлова Г. А., Садовникова Д. Г. Каталаза биологических сред организма человека и ее клинико-биохимическое значение в оценке эндотоксикоза. Вестник Томского государственного педагогического университета 2012; 7: 94–99.
3. Методы исследования в профпатологии / под ред. О. Г. Архиповой. М.: 1988; 208.
4. Мышкин В. А., Бакиров А. Б., Ретина Э. Ф. Гепатотоксические вещества и современные направления коррекции гепатотоксического действия. Медицинский вестник Башкортостана 2011; 6: 131–136.
5. Мышкин В. А., Бакиров А. Б., Ретина Э. Ф. Коррекция перекисного окисления липидов при повреждающих воздействиях (гепатотропные яды, гипоксия, стресс). Уфа: Мир печати 2012; 164.
6. Мышкин В. А., Бакиров А. Б. Окислительный стресс и повреждения печени при химических воздействиях. Уфа: Мир печати 2010; 176.
7. Мышкин В. А., Бакиров А. Б., Ретина Э. Ф. Окислительный стресс как фактор риска вторичных повреждений печени химическими веществами. Здоровоохранение Российской Федерации 2011; 4: 32–33.
8. Р 2.2.2006–05. Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора: руководство / под ред. Н. Ф. Измерова. М. 2005; 3 (21): 3–144.
9. Рулева Н. Ю., Звягинцева М. А., Дугин С. Ф. Миелопероксидаза: биологические функции и клиническое значение. Современные наукоемкие технологии 2007; 8: 1–4.

Материал поступил в редакцию 22.04.2014