

нические нормативы, являются: присутствие в воздухе рабочей среды соединений фтора, неблагоприятный микроклимат, постоянное магнитное поле, тяжесть труда. Результаты исследований позволили разработать ряд рекомендаций, направленных на улучшение условий труда работающих на опытном участке. Необходимо учитывать, что при серийном строительстве новых корпусов с большим количеством электролизеров мощностью 300 кА и более, возможно изменение уровней вредных производственных

факторов, а, следовательно, условий труда и уровней профессионального риска, что требует дальнейшей гигиенической оценки.

### Литература

1. Щербаков С. В. Гигиена труда в производстве и применении неорганических фторидов. Автореф дисс... д.м.н. Свердловск, 1989. 39с.
2. Сысоев А. В., Пряжин Г. С., Межбег Т. В. Сравнительная оценка электролизеров различного типа. Материалы VIII научно-технической конференции «Алюминий Урала — 2003». Красноуральск, 2004; 117-121.

## Роль фактора питания в профилактике окислительного стресса у рабочих, занятых в металлургии меди

В. И. Адриановский, Г. Я. Липатов

Кафедра гигиены и профессиональных болезней ГОУ ВПО «Уральская государственная медицинская академия Росздрава», г. Екатеринбург

### Резюме

*Фактическое питание рабочих, занятых в металлургии меди, несбалансированно по основным пищевым веществам и дефицитно по витаминам А, В1, Е и С, что отрицательно отражается на антиоксидантном статусе работающих. Целью исследования явилось обосновать прием β-каротина для профилактики окислительного стресса среди рабочих, занятых в пирометаллургии меди. Содержащие β-каротин рационы питания существенно снижают проявления А-витаминной недостаточности у рабочих и повышают активность их антиоксидантной системы.*

**Ключевые слова:** гигиена труда, металлургия меди, фактическое питание, окислительный стресс, антиоксиданты, β-каротин.

Рабочие, занятые на медеплавильных заводах, подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов производственной среды. Труд рабочих основных специальностей (плавильщики и разлильщики) связан со значительными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками, воздействием неблагоприятных метеоусловий, шума, вибрации, запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны. В комплексе факторов рабочей среды ведущей профессионально-гигиенической вредностью являются промышленные аэрозоли, включающие в себя, кроме меди, кремний диоксид, никель, железо, мышьяк, хром, кобальт, марганец, кадмий и другие вещества, воздействие которых приводит к снижению общей резистентности организма. Как результат, среди рабочих, занятых на медеплавильных заводах,

отмечены высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности за счет болезней органов дыхания (фарингиты, бронхиты, пневмонии и др.) и смертности от злокачественных новообразований (ЗН) легких и желудка [1].

В настоящее время участие активных форм кислорода (АКМ) показано в этиопатогенезе более чем 200 заболеваний, многие из которых связаны с неблагоприятным воздействием внешней среды. При этом для разных заболеваний характерен один механизм — нарушение баланса образования АКМ и их ингибирования антиоксидантами. Для описания дисбаланса в системе «прооксиданты — антиоксиданты» в последние годы стал применяться термин «окислительный стресс» [2]. Известно, что АКМ вызывают генетические мутации и являются инициаторами процесса диздифференцировки, одновременно играя роль на всех этапах канцерогенеза [3, 4].

Одним из способов профилактики развития окислительного стресса у рабочих может стать включение в рацион питания веществ с антиоксидантными свойствами. В связи с этим,

В. И. Адриановский — к. м. н., доцент кафедры гигиены и профессиональных болезней ГОУ ВПО УГМА Росздрава;

Г. Я. Липатов — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой гигиены и профессиональных болезней ГОУ ВПО УГМА Росздрава.

любые изменения содержания этих веществ в рационах питания отражается на антиоксидантном статусе организма. Многочисленными эпидемиологическими исследованиями доказано, что потребление овощей и фруктов, богатых  $\beta$ -каротином, снижает риск развития ЗН человека [5]. В основе канцеропротекторного действия провитамина А лежат его антиоксидантные свойства.  $\beta$ -каротин является активным акцептором АКМ и ингибитором окисления полиненасыщенных жирных кислот [6]. Канцеропротекторная активность  $\beta$ -каротина была продемонстрирована нами в хроническом эксперименте по затравке крыс пылью, образующейся при огневом рафинировании меди [7].

**Цель исследования:** обосновать прием  $\beta$ -каротина для профилактики окислительного стресса среди рабочих, занятых в пирометаллургии меди.

### Материалы и методы исследования

Объектом изучения явились 22 рабочих медеплавильного цеха ОАО «Уралэлектромедь» (г.Верхняя Пышма Свердловской обл.) в возрасте от 25 до 45 лет и со стажем от 5 до 20 лет. Контрольной группой служили лица в возрасте от 25 до 45 лет, работавшие в цехах и службах, не связанных с воздействием вредных факторов медеплавильного производства (автотранспортный цех, заводоуправление, медсанчасть комбината и др.).

Оценка состояния питания рабочих проводилась расчетным методом, по меню-раскладкам и опросным методом [8, 9]. О степени обеспеченности витаминами А и С судили по наличию внешних признаков гиповитаминозов (ксероз конъюнктивы, бляшки Искерского и т.п.), а также по уровню витамина А и каротиноидов в сыворотке крови. Состояние функции темновой адаптации определялось методом адаптометрии. Состояние антиоксидантной системы и перекисного окисления липидов оценивалось по изменению антиокислительной активности сыворотки крови (АОА), уровню малонового диальдегида (МДА) и активности супероксиддисмутазы (СОД).

Рабочие, находившиеся в течение трех недель без отрыва от производства в заводском санатории-профилактории, получали разработанный нами под руководством проф. Ю.Н. Ерёмкина рацион профилактических обедов, доза  $\beta$ -каротина в котором составляла 30 мг/сут. Источниками  $\beta$ -каротина в рационе служили как натуральные продукты (овощи, фрукты, соки), так и подсолнечное масло, обогащенное  $\beta$ -каротином микробиологического происхождения (ОАО «Уралбиофарм», г. Екатеринбург).

### Результаты и обсуждение

Изучение витаминного статуса рабочих выявило ряд клинических, биохимических и функциональных признаков, свидетельствующих о состоянии А и С гиповитаминозов. Так, среди рабочих основной группы (плавильщиков) значительно чаще встречаются клинические симптомы недостаточности витаминов С и А (табл. 1).

Результаты внешнего осмотра рабочих, имеющих клинические признаки А-витаминной недостаточности, подтверждаются результатами адаптометрии и лабораторными исследованиями содержания витамина А и каротиноидов в сыворотке крови. Среднее время темновой адаптации рабочих медеплавильного комбината оказалось в 1,3 раза больше нормальной величины ( $45 \pm 5$  сек) и существенно выше, чем в контрольной группе работающих ( $p < 0,05$ ). Концентрации каротиноидов и витамина А в сыворотке крови плавильщиков существенно ниже, чем в контрольной группе (табл. 2).

Анализ показателей свободно радикального окисления и антиоксидантной защиты свидетельствует о том, что активность антиоксидантной системы рабочих медеплавильного цеха находилось на низком функциональном уровне. Так, содержание МДА в крови рабочих на 20% выше, чем в контрольной группе. АОА сыворотки крови этих рабочих оказалась на 17% ниже, чем в контроле (табл. 3).

Таким образом, воздействие на рабочих вредных факторов пирометаллургического производства меди на фоне неадекватного пита-

Таблица 1. Частота встречаемости клинических симптомов недостаточности витаминов А и С среди плавильщиков и лиц контрольной группы,  $P \pm m$

Показатели	Основная группа	Контрольная группа
Клинические признаки недостаточности витамина С, %:		
- рыхлость и кровоточивость десен	13,6 $\pm$ 7,3	7,1 $\pm$ 6,9
- петехии	4,5 $\pm$ 4,4	7,1 $\pm$ 6,9
- ксероз кожи	4,5 $\pm$ 4,4	7,1 $\pm$ 6,9
Внешние признаки недостаточности в витамина А, %		
- фолликулярный гиперкератоз	22,7 $\pm$ 8,9	0
- ксероз кожи	3,6 $\pm$ 7,3	7,1 $\pm$ 6,9

Таблица 2. Функциональные и лабораторные показатели обеспеченности витаминами А и С плазматиков и лиц контрольной группы,  $P \pm m$ 

Показатели	Основная группа	Контрольная группа
Время темновой адаптации, сек	66,3 ± 6,5 *	47,3 ± 2,9
Витамин А в сыворотке крови, мкг%	21,87 ± 4,7 *	44,27 ± 6,7
Сумма каротиноидов в сыв. крови, мкг%	86,75 ± 14,9 *	117,1 ± 5,8

Примечание. \* — достоверные различия по сравнению с контролем ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3. Показатели перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы рабочих, занятых в пирометаллургии меди,  $P \pm m$ 

Показатель	Рабочие, до приема $\beta$ -каротина	Рабочие, после приема $\beta$ -каротина	Контрольная группа
МДА, моль/1 $10^{-5}$ л	0,15 ± 0,02 *	0,08 ± 0,02 **	0,12 ± 0,01
АОА, %	27,60 ± 3,57	36,30 ± 3,60	33,40 ± 3,20
СОД, Ед./г% Нв мин	254,1 ± 18,0	258,5 ± 16,0	258,5 ± 17,9

Примечание. Достоверные различия ( $p < 0,05$ ): \* — при сравнении с контролем; \*\* — по сравнению с показателем до приема  $\beta$ -каротина.

ния приводит к накоплению продуктов ПОЛ и подавлению антиоксидантного потенциала организма работающих. Дефицит поступления с пищей антиоксидантов и подавление ферментативного звена антиоксидантной системы влечет за собой снижение общего адаптивного потенциала, в результате чего у рабочих формируется состояние окислительного стресса.

Систематический прием рабочими обогащенных  $\beta$ -каротином рационов в течение двух недель дал положительный эффект. Уменьшилось число лиц с ксерозом кожи с 13,8% до 4,5%. Исчезли признаки фолликулярного гиперкератоза, достигавшие ранее 22,7%. Если учесть, что ксероз кожи является не только симптомом гиповитаминоза А, но может свидетельствовать и о недостаточной обеспеченности организма аскорбиновой кислотой, это может означать, что прием рабочими обогащенного  $\beta$ -каротином рациона нормализует А и С витаминный обмен. Двухнедельный прием обогащенных  $\beta$ -каротином обедов привел к улучшению функции зрения в 45,4% случаев. Среднее время темновой адаптации рабочих существенно сократилось с 66,3 ± 6,5 до 45,1 ± 4,1 сек ( $p < 0,05$ ).

После двухнедельного приема рабочими обогащенного  $\beta$ -каротином рациона уровни витамина А и каротиноидов в сыворотке крови у большинства обследованных повысились в среднем на 30%. Прием обогащенных  $\beta$ -каротином рационов, существенно снизил уровень МДА (с 0,15 до 0,08 ммоль/лх $10^{-5}$ ,  $p < 0,05$ ), привел к увеличению АОА крови на 23,4%. При этом активность СОД возросла незначительно (табл. 3). Отмеченные изменения можно расценивать как повышение функциональной активности антиоксидантной системы организма рабочих.

## Заключение

Результаты наших исследований указывают на эффективность использования обогащенных  $\beta$ -каротином рационов питания в повышении у рабочих пирометаллургического производства меди функциональной активности антиоксидантной системы и предупреждения развития у них окислительного стресса. Применение рабочих рационов, обогащенных биологически активными веществами с антиоксидантными свойствами, может служить средством укрепления защитно-компенсаторных и адаптационных возможностей организма и профилактики среди рабочих широкого спектра заболеваний, в том числе злокачественных новообразований.

## Литература

1. Липатов Г. Я., Константинов В. Г., Адриановский В. И., Ким Г. Л. и др. Гигиена труда и профилактика заболеваемости рабочих в отдельных отраслях цветной металлургии. Гигиенический вестник Урала. 2003; 1: 5-14.
2. Менщикова Е. Б., Зенков Н. К., Ланкин В. З., Бондарь И. А. и др. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания. Новосибирск: АРТА, 2008; 9-10.
3. Cutler R. G. Genetic stability and oxidative stress: Common mechanisms in aging and cancer. Free Radical and Aging. Basel: Birkhauser Verlag, 1992; 31-46.
4. Witz G. Active oxygen species as factor in multistage carcinogenesis. Proc. Soc. Exp. Biol. 1991; 198: 675-682.
5. Долл Р., Пито Р. Причины рака. Киев: Наукова думка, 1984; 116-123.
6. Сергеев А. В., Вакулова Л. А., Шашнина М. Я., Жидкова Т. А. Медико-биологические аспекты каротиноидов. Вопросы медицинской химии. 1992; 6 (38): 8-12.
7. Адриановский В. И., Липатов Г. Я., Медведова С. Ю., Валамина И. Е. и др. К вопросу о бластомогенных свойствах пыли огневого рафинера меди и канцеропротекторной акт.  $\beta$ -каротина. Гиг. вестник Урала. 2000; 2: 3-6.
8. Руководство по изучению питания и здоровья населения. Под ред. А. А. Покровского. М.: Медицина, 1964; 279.
9. Еремин Ю. Н., Ишутин В. И. Медицинский контроль и оценка состояния питания населения: Учебно-методические рекомендации. Свердловск: из-во СГМИ, 1982; 20.