

monograph. — Samara: GBOU VPO SamGMU OOO «Ofort», 2012. — 158 p. (in Russian).

4. Izmerov N.F., Denisov E.I., Morozova T.V. // Industr. med. — 2012. — 8. — P. 1–7 (in Russian).

5. P.I. Sidorov, A.V. Parnyakov. Clinical psychology: textbook for institutes. — Moscow: GEOTAR-MED, 2002. — 836 p. (in Russian).

6. Gatchel R.J., Ecer J. // Psycholocial factors in pain: critical perspectives. — New York: Guilford Press, 1999. — P. 412–413.

7. Melzak R., Torgerson W.S. // Pain. — 1975. — 1(3). — P. 277–99.

8. Sullivan M.J.L., Dishop S., Pivik J. // Psychological Assessment. — 1995. — 7. — P. 524–532.

9. Williams D.A., Thorn B.E. // Pain. — 1989. — 36. — P. 351–358.

10. Zigmond A. S., Snaith R.P. // Acta Psychiatr. Scand. — 1983. — 67. — P. 361–370.

Поступила 20.05.2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кирьяков Вячеслав Афанасьевич (Kir'yakov V.A.),
зав. неврологич. отд. Ин-та общ. и проф. патологии ФБУН
«ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед.
наук, проф. E-mail: erisman-neurol@yandex.ru.

Сухова Анна Владимировна (Sukhova A.V.),
зав. отд. восстановит. лечения и мед. реабилитации ФБУН
«ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед.
наук. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru.

УДК 577.115–613.644

Е.Н. Крючкова, Л.И. Антошина, А.В. Жеглова, Л.М. Сааркопель

КРИТЕРИАЛЬНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи,
Московская обл., Россия, 141014

Представлены результаты изучения метаболических процессов у рабочих, подвергающихся воздействию вибрации, выявлена активация процессов перекисного окисления липидов, угнетение антиокислительной системы, изменение процессов внутриклеточного обмена, определены зависимость изменений изучаемых показателей от стажевой дозы вибрации.

Ключевые слова: вибрационная болезнь, окислительный метаболизм, антиоксидантный статус, цитохимические исследования, стажевые дозы.

E.N. Kriuchkova, L.I. Antoshina, A.V. Zheglova, L.M. Saarkoppel'. **Criterial value of oxidative stress parameters in exposure to vibration**

F.F. Erisman Federal Research Center of Hygiene, 2, Semashko str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

The article covers results of study concerning metabolic processes in workers exposed to vibration. Findings are lipid peroxidation processes activation, depressed anti-oxidant system, changes in intracellular exchange processes, dependence of the studied parameters change on length of service with vibration exposure.

Key words: vibration disease, oxidative metabolism, anti-oxidant state, cytochemical studies, doses related to length of service.

Проблема сохранения здоровья трудоспособного населения России, на долю которого приходится около 60%, возведена в рамки важнейших государственных задач, крайне значимых для обеспечения успешного социально-экономического развития страны. Вместе с тем, во многих отраслях промышленности наличествуют опасные для здоровья работающих условия труда. Приоритетными, по-прежнему, остаются заболевания, обусловленные воздействием физических факторов (в том числе вибрационная болезнь), составившие в структуре профпатологии около 43%. Они являются

причиной снижения работоспособности и инвалидности, что определяет большую социальную значимость этой проблемы [2,4].

Производственная вибрация, выступающая в качестве «хронизирующего стрессирующего фактора», приводит к запуску механизма липопероксидации. Повреждение свободными радикалами мембран эритроцитов ведет к изменению функциональных свойств клеток, снижению кислородно-транспортной функции и вызывает в конечном итоге нарушение процессов микрогемоциркуляции. Увеличение продуктов пере-

кисного окисления липидов (ПОЛ) коррелирует с повышением проницаемости капилляров, снижением утилизации кислорода тканями, участвуя в формировании синдрома капиллярно-трофической недостаточности при вибрационной болезни (ВБ) [1,3].

Антиокислительная система организма, характеризующаяся сложной динамикой процессов, вовлеченностью в них широкого спектра функционально-метаболических систем, контролируемых их течение как на клеточном, так и на организменном уровне, обладает многочисленными лимитирующими факторами. Прежде всего, участие в молекулярных механизмах неспецифической резистентности организма к повреждающим воздействиям, когда соотношение окислительных процессов и антиоксидантной защиты не только отражает, но и во многом определяет интенсивность метаболизма, адаптационные возможности и риск формирования окислительного стресса [6].

В этой связи интенсификация процессов ПОЛ и депрессия антиоксидантной системы (АОС) рассматривается как один из ключевых механизмов развития гипоксии при вибрационной болезни.

Для раскрытия патогенетических механизмов формирования повреждений на тканевом и клеточном уровне существенный интерес представляет также изучение роли системы крови в обеспечении компенсаторно-приспособительных реакций.

Целью данного исследования было изучение процессов окислительного метаболизма у больных ВБ в зависимости от степени выраженности заболевания и выявление зависимости изучаемых показателей от стажевой дозы вибрационного фактора.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленной цели было проведено обследование 255 мужчин с различными сроками развития ВБ (водители карьерного большегрузного автотранспорта, машинисты бульдозеров, машинисты буровых станков, машинисты экскаваторов). Средний возраст составил $48,5 \pm 7,5$ лет, стаж в виброопасной профессии — $19,8 \pm 5,2$ лет.

Рабочих, контактирующих с вибрацией, разделили на группы в зависимости от степени выраженности вибрационной патологии: 1-я — лица с подозрением на вибрационную болезнь; 2-я — с ВБ 1-й стадии; 3-я

— с ВБ 2-й стадии. Группу контроля составили 47 рабочих вспомогательных профессий.

Активность перекисного (свободнорадикального) окисления липидов оценивали по содержанию малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови спектрофотометрическим методом. Исследование системы антиоксидантной защиты (АОЗ) проводили путем определения содержания церулоплазмينا (ЦП) в сыворотке крови модифицированным колориметрическим методом Ревина; активности каталазы (Кат) по методу Aebi в модификации М.А. Королюк, активности супероксиддисмутазы (СОД) спектрофотометрическим методом, который основан на оценке степени торможения восстановления нитросинего тетразолия супероксиддисмутазой в присутствии НАД-Н. Цитохимическими методами в нейтрофильных лейкоцитах крови определяли миелопероксидазу (МПн), кислую и щелочную фосфатазы [7,8].

Расчет стажевой дозы общей и локальной вибрации для рабочих основных профессиональных групп проведен согласно формуле Н.Ф. Измерова [5].

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась по общепринятым методикам с использованием пакета прикладных программ «Statistica for Windows».

Результаты и обсуждение. При действии вибрации значительно активизируются процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ). Отмечено достоверное повышение уровня МДА во всех обследованных группах больных ($p < 0,05$). Уже при подозрении на ВБ в контактной группе концентрация МДА в сыворотке крови повышается у 65% рабочих (табл. 1).

Значения показателей ферментативного звена антиоксидантной защиты (активность СОД и каталазы) имели разнонаправленный характер. Выраженное угнетение супероксиддисмутазы — $10,1 \pm 0,6$ у.е. при ВБ-2 по сравнению с контрольной группой $14,0 \pm 0,8$ у.е., $p < 0,05$ и повышение активности каталазы при ВБ-1 и ВБ-2.

Результаты цитохимических исследований выявили некоторые изменения метаболических процессов, выражающиеся как увеличением, так и снижением активности ферментов. Показатели общего количества лейкоцитов, процентного и абсолютного содержания

Таблица 1

Уровни показателей оксидативного стресса при развитии вибрационной болезни

Показатель	Контроль	Признаки воздействия вибрации	Больные ВБ-1	Больные ВБ-2
МДА, мкмоль/л	$4,0 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,4$	$5,1 \pm 0,4^*$	$5,4 \pm 0,3^*$
Кат, мккат/л	$554 \pm 38,2$	$529,8 \pm 40,2$	$573,5 \pm 46,5$	$616,3 \pm 43,4$
СОД, у.е.	$14,0 \pm 0,8$	$13,3 \pm 1,1$	$12,5 \pm 0,9$	$10,1 \pm 0,6^*$
Цп, мкмоль/л	$14,5 \pm 1,4$	$16,7 \pm 1,2$	$23,3 \pm 1,5^*$	$19,4 \pm 1,1^*$
ЦП, мг/л	$329,3 \pm 6,2$	$373,4 \pm 10,7^*$	$429,1 \pm 13,6^{**}$	$349,2 \pm 12,6$
КФн, %	$34,1 \pm 3,2$	$51,6 \pm 5,4^*$	$43,5 \pm 2,1^*$	$46,7 \pm 3,6^*$
ЩФн, %	$33,5 \pm 3,0$	$42,1 \pm 2,7^*$	$43,5 \pm 2,9^*$	$50,5 \pm 3,7^*$
МПн, %	$2,1 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1^*$	$1,6 \pm 0,2^*$

* — достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$); ** — достоверность различий с группой контроля ($p < 0,01$).

нейтрофилов у всех обследуемых лиц варьировал в пределах гематологической нормы.

Средние арифметические значения активности кислой фосфатазы нейтрофилов повышались до $51,6 \pm 5,4\%$ при подозрении на вибрационную болезнь, при ВБ-1 — до $43,5 \pm 2,1\%$, ВБ-2 — $46,7 \pm 3,6\%$. Увеличение активности КФн, возникающее в результате дестабилизации мембран, отражает их физиологическую и иммунологическую стимуляцию и позволяет судить о напряженности метаболических процессов при вибрационном воздействии. Уровень щелочной фосфатазы нейтрофилов также достоверно повышается уже при подозрении на вибрационную болезнь до $42,1 \pm 2,7\%$ по сравнению с контролем — $33,5 \pm 3,0\%$, $p < 0,05$. По мере увеличения выраженности воздействия вибрации активность ЩФн повышается. Частота встречаемости лиц с повышенными значениями кислой фосфатазы нейтрофилов выше, чем ЩФн (45%) и достигает 62% у лиц с подозрением на ВБ и 71% у больных ВБ-2. Повышение активности лизосомальных гидролаз (КФн и ЩФн) при действии вибрации может свидетельствовать о нарушении метаболизма костной ткани и служит ранним биомаркером ее повреждения.

Согласно полученным данным при ВБ отмечается торможение активности миелопероксидазы нейтрофилов. У рабочих с подозрением на вибрационную болезнь уровень МПн снижался до $1,8 \pm 0,1$ ед. У рабочих с ВБ-1 и ВБ-2 активность МПн составляла $1,7 \pm 0,1$ ед. и $1,6 \pm 0,2$ ед. соответственно ($p < 0,05$). Частота встречаемости лиц с пониженными значениями МПн достигает 40% у рабочих с подозрением на ВБ и увеличивается по мере выраженности воздействия вибрации на организм человека до 65%. Снижение активности МПн отражает влияние вибрации на окислительный метаболизм, угнетение системы АОЗ, а, следовательно, и бактерицидной защиты организма при острых воспалениях.

При действии вибрации на организм работающих происходит некоторое повышение концен-

трации церулоплазмينا (ЦП) и меди в сыворотке крови. При этом при ВБ-1 концентрация меди и ЦП выше нормальных значений, а при ВБ-2 уровни этих показателей снижаются и находятся в пределах нормы. По-видимому, такой характер изменения данных показателей обусловлен повышением компенсаторных механизмов при начальной стадии заболевания (ВБ-1) и последующим истощением их при (ВБ-2).

Установлено, что с увеличением класса вредности нарастают значения суммарных стажевых доз (табл. 2), при этом их диапазоны пересекаются в разных классах условий труда, что свидетельствует о возможности накопления одинаковой стажевой дозы при различном уровне воздействующего фактора и стаже работы. В связи с этим было проведено изучение влияния суммарной стажевой дозы на динамику баланса в системе «ПОЛ-АОЗ» работающих, поскольку этот показатель отражает не только уровень воздействующего фактора, но и его экспозицию, а значит, позволяет более объективно оценить его результирующее действие.

Таблица 2

Диапазоны стажевых доз вибрации и шума по классам вредности

Фактор	Класс условий труда	Мин. значение	Макс. значение	Медиана
Общая вибрация	2	103,7	120,4	110,5
	3.1	103,8	126,2	117,0
	3.2	116,5	126,5	123,1
Локальная вибрация	2	100,8	127,3	116,8
	3.1	121,8	129,5	126,1
	3.2	124,8	133,1	130,2
	3.3	129,0	136,8	133,8

Выявлено увеличение концентрации малонового диальдегида с возрастанием накопленной стажевой дозы общей и локальной вибрации ($R^2=0,91$ и $R^2=0,61$)

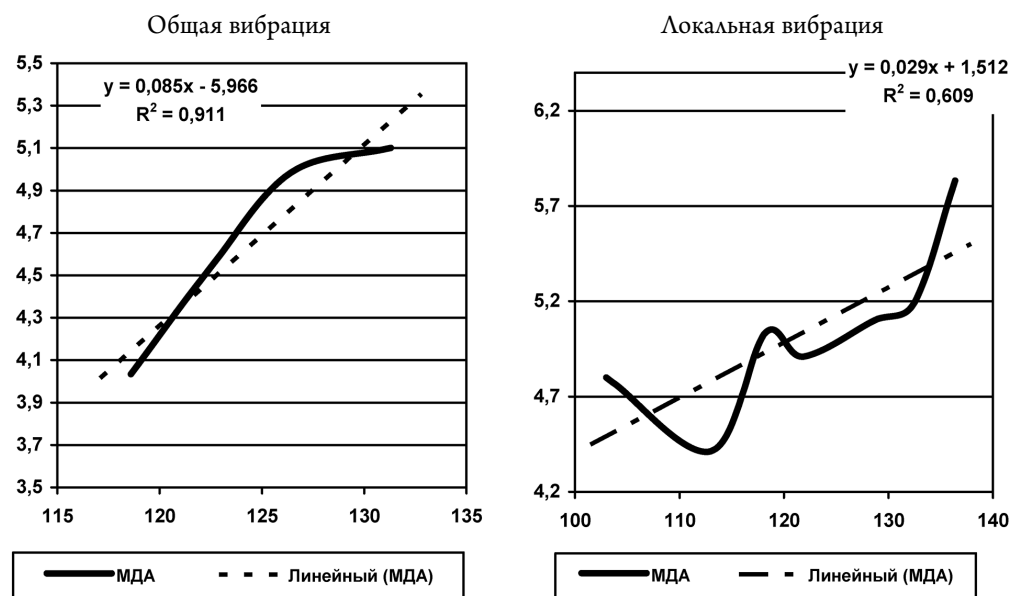


Рис. 1. Зависимость уровня малонового диальдегида от стажевых доз общей и локальной вибрации

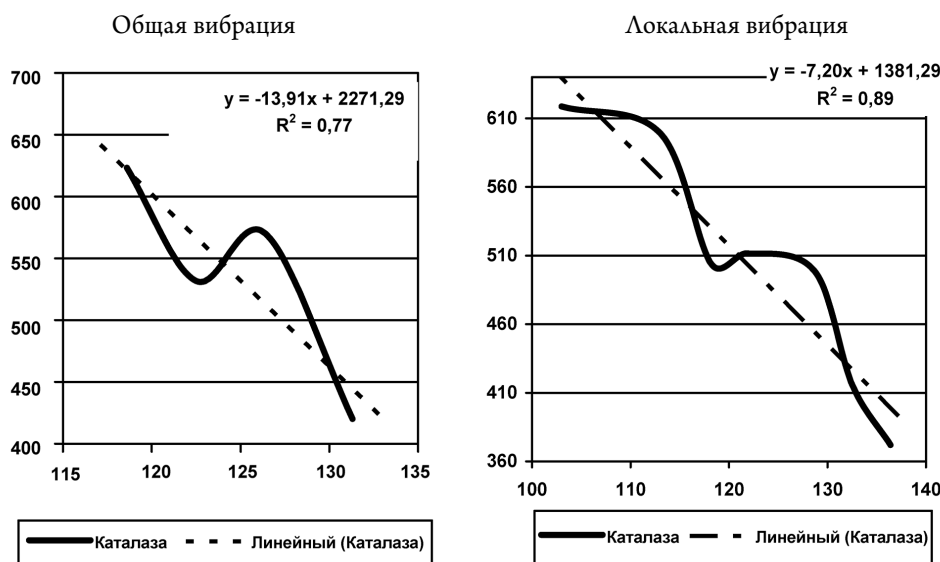


Рис. 2. Зависимость активности каталазы от стажевых доз общей и локальной вибрации

(рис. 1), снижение активности каталазы ($R^2=0,77$ и $R^2=0,89$ соответственно) (рис. 2).

Анализ приведенных выше данных позволяет прийти к заключению, что при действии вибрации на организм человека наиболее информативными являются следующие показатели: ЩФн, КФн, МПн, СОД, МДА, каталаза. Поэтому перечисленные тесты целесообразно использовать в качестве биомаркеров как при диагностике вибрационной болезни, так и выявлении негативного действия вибрации в доклинической стадии.

Выводы. 1. Воздействие вибрации на организм человека вызывает дисбаланс в системе ПОЛ-АОЗ, изменение цитохимической активности лейкоцитов, являющиеся следствием истощения защитных механизмов и компенсаторного напряжения системы метаболизма. 2. Полученные данные могут служить достаточно информативными показателями ранних нарушений метаболических процессов у работающих в условиях воздействия вибрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева В.Н., Осипова И.В., Батанина И.А. и др. Изменения оксидантно-антиоксидантного статуса у больных вибрационной болезнью // Клинич. лаб. диагн. — 2008. — №9. — С. 59–61.
2. Гоголева О.Н., Малютин Н.Н. Механизмы нарушения гомеостаза, индуцированного стресс-вибрационным повреждением (обзор литературы) // Мед. труда и пром. эколог. — 2000. — №4. — С. 20–25.
3. Долгушин М.В., Бенеманский В.В., Давыдова Н.С. Функционально-метаболические изменения в лейкоцитах периферической крови при воздействии вибрации // Вестн. Рос.-воен.-мед. акад. — 2009. — №1 (25). Прил. Ч. 1. — С. 348–349.
4. Измеров Н.Ф. Глобальный план действий по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг. Пути и перспективы реализации // Мед. труда и пром. эколог. — 2008. — №6. — С. 1–9.

5. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. Профессиональный риск для здоровья работников. — М., 2003. — 448 с.

6. Кирьяков В.А., Павловская Н.А., Антошина Л.И. Клиническая лабораторная диагностика профессиональных заболеваний. — М.: Канцлер, 2013. — 372 с.

7. Меньшиков В.В. Лабораторные методы исследования в клинике. — М.: Медицина, 2002. — 856 с.

8. Павловская Н.А. Методические подходы к выбору информативных лабораторных биомаркеров и их комплексов для раннего выявления действия вредных факторов на человека и диагностики профзаболеваний // Клинич. лаб. диагн. — 2011. — №4. — С. 22–25.

REFERENCES

1. Vorob'eva V.N., Osipova I.V., Batanina I.A., et al. Changes in oxidant-antioxidant state in vibration disease patients // Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. — 2008. — 9. — P. 59–61 (in Russian).
2. Gogoleva O.N., Malyutina N.N. Mechanisms of homeostasis disorders induced by stress-vibration injury (review of literature) // Industr. med. — 2000; 4. — P. 20–25 (in Russian).
3. Dolgushin M.V., Benemanskiy V.V., Davydova N.S. Functional metabolic changes in peripheral leucocytes under exposure to vibration // Vestnik Ros.-voen.-med. Akademii. — 2009. — 1 (25); addition part 1. — P. 348–349 (in Russian).
4. Izmerov N.F. Global plan of activities in workers' health preservation over 2008–2017. Directions and prospects // Industr. med. — 2008. — 6. — P. 1–9 (in Russian).
5. Izmerov N.F., Denisov E.I. Occupational risk for workers' health. — Moscow, 2003. — 448 p. (in Russian).
6. Kir'yakov V.A., Pavlovskaya N.A., Antoshina L.I. Clinical laboratory diagnosis of occupational diseases. — Moscow: Kantsler, 2013. — 372 p. (in Russian).
7. Men'shikov V.V. Laboratory methods in clinical practice. — Moscow: Meditsina, 2002. — 856 p. (in Russian).
8. Pavlovskaya N.A. Methodic approaches to selection of informative laboratory biologic markers and their complexes for early diagnosis of hazards influence on humans and for

occupational diseases diagnosis // *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. — 2011. — 4. — P. 22–25 (in Russian).

Поступила 19.01.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Крючкова Елена Николаевна (Kriuchkova E.N.),
ст. науч. сотр. отд. лаб. диагн. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, докт. биол. наук. E-mail: kdlfncg@yandex.ru.

Антошина Лариса Ивановна (Antoshina L.I.),
вед. науч. сотр. отд. лаб. диагн. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрис-

мана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: larisa.lab@yandex.ru.

Жеглова Алла Владимировна (Zheglova A.V.),
вед. науч. сотр. неврол. отд. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: drzhl@yandex.ru.

Сааркопель Людмила Мейнхардовна (Saarkoppel' L.M.),
гл. вр. клиники Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, вед. науч. сотр. невролог. отд., д-р мед. наук, проф. E-mail: erisman-clinic@yandex.ru.

УДК 613.6

Л.В. Липатова, О.А. Измайлова

ПРОФИЛАКТИКА КАРДИОВАСКУЛЯРНОГО РИСКА У ГОРНОРАБОЧИХ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи, Московская обл., Россия, 141014

В статье представлены результаты использования внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) у горнорабочих с сердечно-сосудистой патологией. После проведенной оценки состояния сердечно-сосудистой системы горнорабочим с высоким сердечно-сосудистым риском был назначен курс профилактических процедур, в которых к традиционному медикаментозному лечению была добавлена внутривенная лазеротерапия. Отмечены антиаритмический, антигипертензивный, антиатерогенный и антиагрегационный эффекты комплексной терапии с использованием ВЛОК у горнорабочих с высоким кардиоваскулярным риском с последующим его снижением в результате лечения.

Ключевые слова: горнорабочие; сердечно-сосудистый риск; внутривенное лазерное облучение крови.

L.V. Lipatova, O.A. Izmailova. **Preventing cardiovascular risk in miners**

F.F. Erisman Federal Research Center of Hygiene, 2, Semashko str., Mytishchi, Moscow region, Russia, 141014

The article presents results concerning usage of intravenous laser radiation of blood in miners with cardiovascular diseases. After cardiovascular state assessment, the miners at high cardiovascular risk were subjected to prophylactic procedures with traditional medical treatment added by intravenous laser therapy. Findings are anti-arrhythmic, antihypertensive, antiatherogenic and anti-aggregation effects of complex treatment with intravenous laser radiation of blood in miners at high cardiovascular risk and its subsequent decrease due to treatment.

Key words: miners, cardiovascular risk, intravenous laser radiation of blood.

Среди отраслей экономики Российской Федерации наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости регистрируется в горнодобывающей промышленности [1]. Условия труда на предприятиях этой отрасли (вибрация, шум, неблагоприятный микроклимат, а также повышенная тяжесть и напряженность труда) остаются потенциально опасными для здоровья работающих, что обуславливает у горнорабочих высокий кардиоваскулярный риск [3,4]. В связи с этим представляется весьма актуальной разработка комплекса мероприятий по сохранению здоровья рабочих горнодобывающей промышленности. Одним из

современных методов лечения, который нашел широкое практическое применение в кардиологии, является внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК). Экспериментально-клинические данные о высокой эффективности внутривенной лазеротерапии в борьбе с гипоксическими состояниями и их последствиями служат основанием для ее использования. По литературным данным при включении ВЛОК в комплексную терапию больных ИБС и гипертонической болезнью отмечается выраженный клинический эффект, улучшается гемодинамика и реологические показатели крови [2]. Внутривенная лазеротерапия является без-