

18. *Heppleston A. G.* Pulmonary toxicology of silica, coal and asbestos // *Environ. Health Perspect.* 1984. V. 55. P. 11–27.
19. *IPCS: Environmental Health Criteria 1619, Phenol.* Geneva, 1994.
20. *IPCS: Environmental Health Criteria 89, Formaldehyde.* Geneva, 1988.
21. *Nourse L. D., Nourse P. N., Botes H. et al.* The effects of macrophages isolated from of lungs of guinea pigs dusted with silica on collagen biosynthesis by guinea pigs fibroblasts in cell culture // *Environ. Res.* 1975. Vol. 9. № 2. P. 115–127.

ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ГОРНОРАБОЧИХ ВИБРООПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ

И. С. Макогон

*ФГУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора,
г. Екатеринбург*

Характер и условия труда представляют собой важные факторы, влияющие на состояние человека и его здоровье. На современных производствах широко используются виброгенерирующие механизмы. В связи со значительной распространенностью вибрационной болезни среди лиц, работающих с виброинструментами, и с ее социально неблагоприятными последствиями, диагностические аспекты заболевания представляют одну из актуальных проблем медицины труда [1]. Под воздействием вибрации в организме запускаются сложные нейро-рефлекторные и нейро-гуморальные реакции, которые осуществляется на различных структурных уровнях, включая механизмы обеспечения адаптационных реакций и развития патологических состояний у работающих, таких как периферический ангиодистонический синдром, синдром вегетативно-сенсорной полиневропатии. В процессе приспособления организма работающего к условиям окружающей среды первостепенную роль играет вегетативная нервная система, обеспечивая трофическую функцию и срочную адаптацию. При напряжении механизмов адаптации вегетативная дисфункция приводит к трофическим расстройствам различных систем организма [2].

Целью нашего исследования явилось изучение функционального состояния вегетативной нервной системы и нервно-мышечного аппарата у горнорабочих виброопасных профессий с различными уровнями адаптации.

В Екатеринбургском медицинском научном центре профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий обследованы 50 рабочих виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, превышающей ПДУ на 6 дБ, и других производственных факторов, а именно шума, превышающего ПДУ при работе перфораторов на 5–30 дБ, и охлаждающего микроклимата (от +6° до +12 °С). Профессиональная деятельность проходчиков и горнорабочих очистных забоев связана со значительными мышечными нагрузками и, по данным эргономического анализа и физиологических исследований, относится к классу вредного тяжелого труда (3.2 в соответствии с Р 2.2.2006-05). Средний возраст рабочих составил $46,3 \pm 1,0$ г., средний стаж работы $25,6 \pm 1,0$ г.

Всем рабочим проведено углубленное исследование функционального состояния вегетативной нервной системы, для этого были использованы показатели variability ритма сердца (M_0 , BP , AM_0 %, $IAPI$, INH), показатели спектрального анализа (HF , LF , $VLFF$), характеризующие состояние отделов вегетативной нервной системы (симпатического и парасимпатического). Variability ритма сердца (VRP) – высокоэффективный метод исследования системы нейрогуморальной регуляции и оценки на этой основе текущего функционального состояния, а с учетом результатов функциональных проб – и адаптивных возможностей организма [3, 4, 5]. У исследуемых в течение пяти минут на аппарате «Рео-Спектр-3» регистрировалась ЭКГ в состоянии покоя. Обработка полученных данных VRP проводилась с помощью программы «Поли-Спектр-ритм» («Нейрософт», Россия). В программе анализ ритмограмм реализован в соответствии с рекомендациями стандарта «Variability ритма сердца. Стандарт измерения, физиологической интерпретации и клинического использования», принятого в 1996 г. группой экспертов Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии. Проводилось электронейромиографическое (ЭНМГ) исследование срединного и локтевого нервов на аппарате «Нейро-МВП» («Нейрософт», Россия). Анализировались

следующие показатели: резидуальная латентность (РЛ), скорость проведения импульса по моторным (СПИм), сенсорным (СПИС) волокнам и амплитуда моторных (Ам) и сенсорных (Ас) ответов.

Все обследуемые горнорабочие виброопасных профессий (50 человек) составили четыре группы в зависимости от степени адаптации к условиям окружающей среды (удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, неудовлетворительная адаптация, срыв механизмов адаптации) по показателю адаптационного потенциала (АП) в баллах.

Первую группу составили лица с удовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды – 20 человек (средний возраст $46,3 \pm 1,0$ г., средний стаж работы – $25,6 \pm 1,0$ г.). Группа лиц с напряжением механизмов адаптации (вторая группа) включала 15 горнорабочих (средний возраст $50,6 \pm 1,78$ г., средний стаж $25,9 \pm 1,04$ г); группа лиц с неудовлетворительной адаптацией (третья) – 10 человек, средний возраст $51 \pm 1,45$ г., средний стаж $25,9 \pm 2,42$ г., и четвертая группа (срыв механизмов адаптации) – 5 человек, средний возраст $45,5 \pm 0,2$ г., средний стаж $25 \pm 0,1$ г.

Состояние исходного вегетативного тонуса оценивали по показателям ВРС. Совокупность данных показателей у горнорабочих с различным уровнем адаптации свидетельствуют, что у лиц с удовлетворительной адаптацией организма и напряжением механизмов адаптации выявляется ваготония. В группе лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом механизмов адаптации изменяется соотношение активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в пользу симпатического (высокие АМо % и LF/HF, %VLF, ИН, $p < 0,001$), что свидетельствует о напряженности в регуляции адаптивных процессов.

Анализ вегетативного обеспечения физической деятельности имеет большое значение, т. к. в период интенсивного трудового процесса происходит существенная мобилизация энергетических ресурсов, нервно-мышечной, кардиоваскулярной, дыхательной и других систем организма. Расстройство вегетативного обеспечения деятельности (недостаточное или избыточное) нарушает вегетативную регуляцию и иннервацию органов, что ведет к нарушению микроциркуляции, тканевой гипоксии и трофическим расстройствам [2]. Состояние вегетативного обеспечения физической деятельности

оценивали по показателям ВРС при активной ортостатической пробе (АОП) (табл. 1). Отсутствие роста ИАП (активности вазомоторного центра), АМо % и LF/HF при активной ортостатической пробе во всех анализируемых группах горнорабочих является признаком снижения функциональных резервов вегетативной нервной системы и рассматривается как показатель неадекватной реакции на ортостатическое воздействие [5, 2].

Повышение ИН при этом свидетельствует о включении в процессы управления адаптивными механизмами центральных звеньев регуляции. Полученные изменения по результатам активной ортостатической пробы свидетельствовали о недостаточном вегетативном обеспечении физической деятельности, об угнетении быстрой рефлекторной симпато-парасимпатической регуляции адаптивных процессов и переходе на более медленный гуморально-метаболический уровень, который является более энергоемким и усугубляет трофические расстройства различных систем организма.

Исходя из вышеизложенного, представляет интерес изучить функциональное состояние нервно-мышечного аппарата по данным электронейромиографии у горнорабочих виброопасных профессий с различным уровнем адаптации организма.

По данным ЭНМГ срединного нерва отмечено достоверное снижение скорости проведения импульса как по моторным (СПИм), так и по сенсорным (СПИС) волокнам, а также амплитуды сенсорного (Ас) и моторного (Ам) ответа уже у лиц с удовлетворительной адаптацией организма. По мере снижения уровня адаптации выявленные изменения нарастают (табл. 2).

Кроме того, зарегистрировано достоверное увеличение резидуальной латентности, показатели которой нарастают по мере снижения резервных возможностей организма.

По данным ЭНМГ локтевого нерва выявлено лишь достоверное снижение ($p < 0,01$) скорости проведения импульса по сенсорным волокнам (СПИС) и увеличение резидуальной латентности ($p < 0,01$) относительно показателей контрольной группы. Отмеченные изменения показателей ЭНМГ свидетельствуют о развитии терминальной полиневропатии у горнорабочих уже в группе лиц с удовлетворительной адаптацией организма, при этом более выраженные изменения отмечены при ЭНМГ срединного нерва.

**Показатели вариабельности ритма сердца при активной ортостатической пробе у горнорабочих
в зависимости от уровня адаптации ($M \pm m$)**

Показатели		1-я группа, n = 20	2-я группа, n = 15	3-я группа, n = 10	4-я группа, n = 5	Контроль, n = 10
АМо, %	покой	38,3 ± 1,9	42,4 ± 2,2	45,8 ± 3,6	54,1 ± 12,6	39,9 ± 0,66
	АОП	25,1 ± 3,0	27,1 ± 4,3	26,5 ± 6,8	25,0 ± 6,5	40,4 ± 3,6
ИАП, у. е.	покой	2,1 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,2	1,12 ± 0,16
	АОП	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,08	1,0 ± 0,08	1,37 ± 0,30
ИН, у. е.	покой	177,1 ± 19,4	205,8 ± 24,3	256,9 ± 100,7	250,6 ± 67,7	125,1 ± 9,0
	АОП	439,9 ± 147,3	379,6 ± 146,3	641,4 ± 239,4	1815,0 ± 68,3	195,1 ± 21,4
Мо, м/сек	покой	887,8 ± 28,7	912,2 ± 35,9	873,4 ± 30,3	891,2 ± 69,1	840,0 ± 0,01
	АОП	692,0 ± 26,06	693,8 ± 29,73	715,3 ± 28,6	730,0 ± 75,1	850,0 ± 0,01
LF/HF	покой	1,7 ± 0,4	2,3 ± 0,7	2,4 ± 0,7	5,9 ± 0,7	3.5 – 10 раз
	АОП	2,04 ± 0,85	2,45 ± 0,59	3,14 ± 0,54	3,6 ± 0,6	

Примечание: 1-я группа – удовлетворительная адаптация; 2-я группа – напряжение механизмов адаптации; 3-я группа – неудовлетворительная адаптация; 4-я группа – срыв механизмов адаптации

Таблица 2

**Показатели электронейромиографии срединного нерва
у горнорабочих с различным уровнем адаптации (M ± m)**

Показатели	1-я группа, n=20	2-я группа, n=15	3-я группа, n=10	4-я группа, n=5	Контроль, n=10	P
РЛ, м/сек	3,7 ± 0,1	3,9 ± 0,1	4,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2**	2,8 ± 0,1	1-к, p<0,01
СПИм, м/сек	54,3 ± 1,2*	53,7 ± 0,8	52,6 ± 1,4	50,5 ± 1,4**	57,5 ± 1,2	2-к, p<0,05
Ам, мВ	11,6 ± 0,9*	10,9 ± 0,9	8,2 ± 2,1	8,2 ± 2,1**	19,3 ± 0,8	1-к, p<0,002
СПИ, см/сек	44,1 ± 2,2	42,9 ± 1,2	42,9 ± 1,2	42,9 ± 0,8**	54,7 ± 1,5	1-к, p<0,001
Ас, мВ	15,8 ± 1,5*	10,2 ± 1,5	9,7 ± 2,3	9,3 ± 0,7**	25,1 ± 1,2	1-к, p<0,001

Примечание: 1-я группа – удовлетворительная адаптация; 2-я группа – напряжение механизмов адаптации; 3-я группа – неудовлетворительная адаптация; 4-я группа – срыв механизмов адаптации; * – различия достоверны между 1-й и 4-й группами; ** – различия достоверны между 2-й и 4-й группами

У обследованных горнорабочих зарегистрирована достоверная сопряженная связь между показателями ЭНМГ и ВРС, а именно коэффициент корреляции (r) между показателями РЛ и LF соответствовал 0,34; между СПИм и VLF – (-0,48); между Ам и VLF – (-0,35) при p < 0,05.

Таким образом, у горнорабочих виброопасных профессий, работающих во вредных условиях труда (в том числе у лиц с удовлетворительной адаптацией организма), выявлены недостаточность вегетативного обеспечения физической деятельности и признаки полиневропатии, проявляющиеся снижением скорости проведения импульса по сенсорным и моторным волокнам, амплитуды сенсорного и моторного ответов, увеличением резидуальной латентности, которые нарастают по мере снижения уровня адаптации. Отмеченные изменения более выражены при исследовании срединного нерва. Сопряженная связь, зарегистрированная между показателями вегетативной регуляции и электронейромиографии, свиде-

тельствует об усугублении признаков полиневропатии по мере нарушения вегетативного обеспечения деятельности.

Список литературы

1. Цирулин А. В. Структура профессиональной заболеваемости на предприятиях г. Москвы (1997–2006 гг.) // Медицина труда и пром. экология. 2007. С. 1–7.
2. Вейн А. М., Алимова Е. Я., Вознесенская Т. Г. и др. Заболевания вегетативной нервной системы : рук. для врачей / под ред. А. М. Вейна. М., 1991.
3. Баевский Р. М., Кукишин Ю. А., Марасанов А. В. и др. Методика оценки функционального состояния организма человека // Медицина труда и пром. экология. 1995. № 3. С. 30–33.
4. Баевский Р. М., Сыркин А. Л., Ибатов А. Д. и др. Оценка адаптационных возможностей организма и проблемы восстановительной медицины // Вестн. восстановит. медицины. 2004. № 2. С. 18–22.
5. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М., 1997.

ПОДХОДЫ К БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ ВРЕДНЫХ ЭФФЕКТОВ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ И ИХ КОМБИНАЦИЙ С ТОКСИЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ

И. А. Минигалиева, Т. Д. Дегтярева, Б. А. Кацнельсон,
Л. И. Привалова, Т. В. Слышкина
ФГУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора,
г. Екатеринбург

По данным многосредовой оценки риска, для экологической ситуации ряда промышленных зон Уральского региона, в том числе города Нижнего Тагила Свердловской области [1, 2], приоритетными загрязнителями среды обитания выступают такие токсичные металлы как марганец, ванадий, хром, свинец, а также мышьяк и органические вещества – бензо(а)пирен, фенол, формальдегид, нафталин.

Вся возрастающая многофакторная токсическая нагрузка на жителей высокоиндустриализированных зон делает актуальной проб-