

позволяет сделать вывод, что для формирования высокоэффективных композитных мембран предпочтительно использовать подложки из полимера, селективного для выделения целевого компонента разделяемой смеси. В этом случае задача выбора полимера наружного покровного слоя значительно облегчается, и в качестве такового может быть использован даже неселективный полимер (ЛПС), выполняющий функцию залечивания дефектов на поверхности двух расположенных ниже слоев из селективных полимеров [ПАИ и поли(2-диметиламиноэтил)метакрилата /г-ДМАЭМ].

В заключение следует отметить, что использование в качестве промежуточного покровного слоя малой толщины из /г-ДМАЭМ со сверхвысокой молекулярной массой в составе МКМ на подложках представляется весьма существенным. Это влияет не только на селективные свойства, но и на достижение более высокого уровня проницаемости, что необходимо для практического использования в медицине, экологии и других отраслях народного хозяйства.

## **РОЛЬ ПЕРВИЧНЫХ НАРУШЕНИЙ СЕГМЕНТАРНОГО УРОВНЯ КАК ПРЕДИКТОРА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ**

**И. С. Макогон**

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

Вибрационная болезнь (ВБ) занимает основное положение среди отдельных нозологических форм профессиональной патологии. т. к. производственная вибрация относится к числу экстремальных факторов окружающей среды и при длительном воздействии может вызывать нарушения функции двигательных и чувствительных волокон преимущественно дистальных участков нервов [1]. Вибрационный раздражитель, являющийся хроническим стрессором, приводит к развитию дисфункции отделов вегетативной нервной системы и периферическим нарушениям. Для ВБ характерны

как сегментарные, так и надсегментарные вегетативные расстройства. Местные (сегментарно-периферические) проявления значительно более выражены, чем общие, и представлены вегетативно-сосудистым синдромом (который включает два симптомокомплекса: периферический ангиодистонический и вегетативно-сенсорной полиневропатии), а также синдромом прогрессирующей вегетативной недостаточности. По данным Т. М. Сухаревской [2], микроангиопатии составляют морфологическую основу дистрофических изменений в органах и тканях, определяют клинические проявления заболевания, особенности формирования на фоне ВБ висцеральных проявлений. При воздействии вибрационного раздражителя в организме возникают нейрорефлекторные изменения, приводящие к дисфункции вегетативных центров на сегментарном и надсегментарном уровне [3, 4] с образованием застойных очагов возбуждения с последующим формированием патологических детерминант [3] и развитием периферических вегетативно-сосудистых расстройств.

Известно, что ВБ часто сочетается с патологией сердечно-сосудистой системы. Учитывая общность их патогенетических изменений, сочетание ВБ с патологией сердечно-сосудистой системы характеризуется стойкостью клинико-функциональных изменений, взаимно отягочающим влиянием, удлинением реабилитационного периода. Кроме того, у больных ВБ часто встречается сочетание артериальной гипертензии с ишемической болезнью сердца (ИБС), а у рабочих с метаболическим синдромом смертность от ИБС в два-три раза выше. В связи с этим ранняя (доклиническая) диагностика проявлений ВБ представляется актуальной задачей, направленной на сохранение здоровья работающего населения.

Целью работы явилась оценка функционального состояния периферической нервной системы у малостажированных горнорабочих виброопасных профессий.

**Материалы и методы.** В условиях медсанчасти предприятия «Севуралбокситруда» (ПО СУБР) обследован 41 рабочий – проходчики и горнорабочие очистных забоев (ГРОЗ) в возрасте от 23 до 49 лет (средний возраст составил  $31 \pm 0,7$  года) со стажем работы от 2 до 10 лет (средний стаж работы  $6 \pm 0,5$  года), которые составили основную группу. Критериями включения в основную груп-

пу были стаж работы с виброопасным инструментом от 2 до 10 лет, отсутствие диагноза профессиональной и соматической патологии и изменений на рентгенограмме шейного отдела позвоночника. Контрольную группу составили здоровые мужчины (20 чел.) сопоставимого возраста, не имеющие контакта с профессиональными вредностями, у которых клинические, биохимические обследования и рентгенографические исследования шейного отдела позвоночника не выявили патологии опорно-двигательной, сердечно-сосудистой, бронхолегочной, эндокринной и нервной систем. Группу сравнения (третья группа) составили 32 больных вибрационной болезнью первой степени (ВБ 1), которые находились на углубленном обследовании в клинике в ЕМНЦ, в возрасте от 40 до 55 лет (средний возраст составил  $47,6 \pm 1,2$  года) со стажем работы в профессии от 20 до 29 лет (средний стаж  $21,2 \pm 1,4$  года). Критериями включения в группу сравнения являлся установленный диагноз ВБ 1 степени (синдром вегетативно-сенсорной полиневропатии верхних конечностей).

Шахты ОАО СУБР находятся на севере Свердловской области, где осуществляется добыча бокситов и железной руды. Для проходческих и очистных работ используют ручные (ПР-30К и др.) и телескопные перфораторы (ПТ-45 и др.), в результате чего горнорабочие во время трудовой деятельности подвергаются воздействию локальной вибрации, превышающей ПДУ на 6 дБ, а также воздействию других производственных факторов – шума, превышающего ПДУ при работе перфораторов на 5–30 дБ, а также охлаждающего микроклимата. Температура воздуха на рабочем месте колеблется от +6 до +12 °С. Труд проходчиков и горнорабочих очистных забоев связан со значительными физическими нагрузками и, по данным эргономического анализа и физиологических исследований, отнесен к категории тяжелого (класс 3.2).

Обследованные горнорабочие со стажем работы до 10 лет каких-либо жалоб на боли и парестезии в области верхних конечностей не предъявляли. При объективном осмотре патологических изменений не было выявлено. Больные ВБ 1 предъявляли жалобы на онемение пальцев рук и боли в суставах верхних конечностей. Объективно определялись гипестезия на кистях, болезненность при пальпации надмышечков плеч.

Всем обследованным проводилось электронейромиографическое (ЭНМГ) исследование верхних конечностей (стимуляционная электронейромиография) и регистрация соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) с помощью электронейромиографа «Нейро-МВП» фирмы «Нейрософт» (Россия). Исследования проводились при температуре в помещении не ниже 19 °С. Стимуляцию проводили длительностью 0,2 мс, частотой 1 Гц до максимальной амплитуды М-ответа. Анализировались показатели срединного и локтевого нервов, двигательной и чувствительной их порции: скорость проведения импульса по моторным (СРВм), сенсорным (СРВс) волокнам, амплитуда моторных (Ам) и сенсорных (Ас) ответов; резидуальная латентность (РЛ) при стандартном наложении поверхностных электродов [6].

Также проводилась регистрация ССВП при стимуляции срединного нерва в области запястья. В электромиографии ССВП используют как дополнительную методику для оценки проведения по периферической части афферентного пути. Получаемые кривые отражают прохождение нервного импульса по соответствующим структурам и позволяют выявить субклиническое замедление проведения импульса, указывающее на поражение того или иного элемента проводящей системы. Регистрация осуществлялась с точки Эрба и шейного отдела спинного мозга (остистый отросток С VII). Стимул электрического тока длительностью 0,2 мс; сила тока 8–11 мА, количество усреднений 500–700, эпоха анализа 50–60 мс. Регистрация соматосенсорных вызванных потенциалов отражает проведение афферентной волны возбуждения по путям общей чувствительности, проходящим преимущественно в задних столбах спинного мозга [6]. Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия и точного критерия Фишера в программном пакете *Statistica 6.0* [7].

**Результаты и их обсуждение.** Обследованным горнорабочим виброопасных профессий (стаж работы до 10 лет) было проведено анкетирование при помощи опросника, разработанного Всесоюзным центром патологии вегетативной нервной системы (Вейн А. М.). Анализ данных показал, что признаки вегетативной дисфункции имеются лишь у 12 % обследованных (25 и более баллов). Анализ

данных показателей ЭНМГ при исследовании верхних конечностей у малостажированных рабочих (основная группа) выявил достоверные отличия от показателей здоровых лиц (табл. 1) по показателям РЛм и СРВс при исследовании срединного нерва. Показатели сенсорной проводимости достоверно отличаются в группе малостажированных больных от больных ВБ1. При ЭНМГ-исследовании локтевого нерва достоверные отличия обнаружены между группой контроля и больными ВБ1, СПИм локтевого нерва достоверно ниже в группе больных ВБ 1 по сравнению с группой малостажированных горнорабочих, не имеющих диагноза профессиональной патологии.

Таблица 1

**Показатели ЭНМГ  
у горнорабочих виброопасных профессий (М ± м)**

Показатели	Контроль, n = 20	Малостажированные горнорабочие, n = 41, стаж работы от 2 до 10 лет	ВБ 1 степени, n = 32, стаж работы от 20 до 29 лет
<b>Срединный нерв</b>			
РЛм, мс	2,87 ± 0,02*	3,35 ± 0,09	3,56 ± 0,08***
СПИм, м/с	56,4 ± 0,55	56,0 ± 0,65	54,9 ± 0,80***
Ам, мВ	12,1 ± 1,8	9,6 ± 0,57	10,4 ± 0,68
РЛс, мс	2,8 ± 0,2	3,2 ± 0,06**	3,48 ± 0,08***
СПИС, м/с	54,7 ± 0,9*	51,6 ± 0,8**	48,6 ± 1,0***
Ас, мВ	20,9 ± 1,2	19,3 ± 1,7**	9,7 ± 0,98***
<b>Локтевой нерв</b>			
РЛм, мс	2,2 ± 0,25	2,7 ± 0,05	2,7 ± 0,23***
СПИм, м/с	60,0 ± 2,0	59,8 ± 0,6**	54,9 ± 0,9***
Ам, мВ	9,55 ± 0,75	8,47 ± 1,1	7,3 ± 0,89***
РЛс, мс	2,3 ± 1,8	2,4 ± 1,1	2,8 ± 1,1
СПИС, м/с	56,5 ± 0,9	53,3 ± 0,9	52,8 ± 0,7***
Ас, мВ	13,6 ± 1,2	15,7 ± 1,79	11,3 ± 0,9

*Примечание:* значком \* обозначены достоверные различия между показателями: \* 1-й и 2-й группы, \*\* 2-й и 3-й группы, \*\*\* 1-й и 3-й группы (при  $p < 0,05$ ).

Таким образом, учитывая полученные данные в сочетании с отсутствием характерных жалоб у обследованных, можно предположить раннее формирование латентной (субклинической) терминальной полиневропатии уже у рабочих со стажем работы до 10 лет. Из полученных данных следует вывод, что воздействие локальной вибрации в комплексе с другими неблагоприятными производственными факторами, такими как низкая температура окружающей среды, статические и динамические нагрузки, обуславливают ранние нарушения в периферической нервной системе.

При анализе результатов, полученных при регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов (табл. 2), использовались критерии оценки основных пиков и межпиковых интервалов. Латентность пиков № 9, 11, 13, а также оценка интервалов № 9–13 и № 11–13. Исследование соматосенсорных вызванных потенциалов отражает проведение афферентной волны возбуждения по путям общей чувствительности, проходящим в задних столбах спинного мозга [6]. Были выявлены достоверные изменения некоторых электрофизиологических показателей.

Таблица 2

**Показатели соматосенсорных вызванных потенциалов у горнорабочих виброопасных профессий (мс) М ± м**

Показатели	Контроль, n = 20	Мало стажированные горнорабочие, n = 41, стаж работы от 2 до 10 лет	ВБ 1 степени, n = 32, стаж работы от 20 до 29 лет
Латентность пика № 9	9,6 ± 0,2	10,6 ± 0,3	9,8 ± 0,7
Латентность пика № 11	12,4 ± 0,01*	12,7 ± 0,3	13,8 ± 0,28**
Латентность пика № 13	13,5 ± 0,05*	14,6 ± 0,2***	15,3 ± 0,33
Интервал № 9–13	3,2 ± 0,01*	4,0 ± 0,2***	4,6 ± 0,21**
Интервал № 11–13	1,2 ± 0,1*	2,0 ± 0,1***	1,5 ± 0,14**

*Примечание:* обозначены значком \* достоверные различия между показателями: \* 1-й и 3-й группы, \*\* 2-й и 3-й группы, \*\*\* 1-й и 2-й группы (при  $p < 0,05$ ).

У горнорабочих с малым стажем работы по сравнению с группой контроля отмечалось достоверное увеличение таких показателей, как латентность компонента № 13, межпиковые интервалы № 9–13 и № 11–13. Компонент № 13 является ответом от бугорков задних столбов спинного мозга, ростральной части шейного отдела спинного мозга. Его увеличение у горнорабочих с малым стажем работы по сравнению с контролем свидетельствует о ранней дисфункции на сегментарном уровне. Межпиковый интервал № 9–13 отражает проведение сенсорного импульса от плечевого сплетения до нижних отделов ствола мозга [6], соответственно, он может увеличиваться при нарушении проведения импульса через плечевое сплетение, задние корешки и спинной мозг. Увеличение этих показателей, обнаруженных у горнорабочих с малым стажем работы, говорит о первоначальной дисфункции на уровне шейного утолщения. Обнаруженные изменения свидетельствуют о наличии чувствительных нарушений на уровне задних корешков даже при отсутствии клинических признаков и характерных жалоб. Ряд исследуемых показателей имел достоверные отличия между группами малостажированных горнорабочих и больными ВБ 1. Такие показатели как латентность пика № 11, интервалы № 9–13 и № 11–13 имеют достоверные отличия в группе больных ВБ 1-й степени от контроля и группы малостажированных горнорабочих. Следовательно, у больных ВБ 1-й степени обнаружены изменения на уровне шейного утолщения, которые возрастают по мере прогрессирования профессиональной патологии и при увеличении стажа работы с виброопасным оборудованием. В результате исследования у малостажированных рабочих виброопасных профессий найдены изменения, подтверждающие наличие периферических нарушений в состоянии афферентных компонентов. Анализ регистрации ССВП показал достоверное по сравнению с группой контроля увеличение пика № 13. Увеличение данного показателя свидетельствует о первоначальном прогрессировании чувствительных нарушений в задних корешках и говорит о признаках дисфункции на уровне шейного утолщения спинного мозга. Увеличение интервала № 9–13 определяет нарушенное проведение в сегменте «плечевое сплетение – нижние отделы ствола мозга» (нарушается при замедлении проведения через плече-

вое сплетение, задние корешки и спинной мозг). Увеличение интервала № 11–№ 13 отражает замедление проведения по шейному отделу спинного мозга. Достоверное увеличение этих показателей обнаружено у горнорабочих со стажем работы с виброопасным инструментом до 10 лет.

## Выводы

1. У малостажированных горнорабочих при электронейромиографическом исследовании зарегистрированы достоверное уменьшение СРВс и увеличение РЛ срединного нерва, свидетельствующие о развитии латентной (субклинической) полиневропатии. С увеличением продолжительности работы в неблагоприятных производственных условиях найденные изменения усугубляются.

2. Результаты, выявленные при исследовании соматосенсорных вызванных потенциалов, свидетельствуют о дисфункции на уровне шейного утолщения спинного мозга и нарушении проведения в сегменте от плечевого сплетения до нижних отделов спинного мозга. Найденные изменения указывают на топическую локализацию патологического процесса.

## Список литературы

1. Колесов В. Г. Электромиография в диагностике вибрационной болезни / Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 2. С. 8–12.
2. Сухаревская Т. М., Ефремов А. В., Непомнящих Г. И. Микроангио- и висцеропатии при вибрационной болезни. Новосибирск, 2000. С. 46–48.
3. Картапольцева Н. В., Катаманова Е. В., Русанова Д. В. Особенности поражения нервной системы при стрессовом воздействии физических факторов производственной среды // Медицина труда и промышленл. экология. 2007. № 6. С. 43–47.
4. Крыжановский Г. Н. Патологические системы в ЦНС // Вестн. РАМН. 2001. № 4. С. 12–15.
5. Гнездилов А. В., Сыровегин А. В. и др. Техника электронейромиографической диагностики в современной клинике. М., 2003.
6. Николаев С. Г. Практикум по клинической электронейромиографии. Иваново, 2003.
7. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М., 2003.