

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ракитский Валерий Николаевич (*Rakitskiy V.N.*),

и.о. дир. ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, дир. ин-та гигиены, токсикол. пестицидов и хим. безоп., акад. РАН, д-р мед. наук, проф. E-mail: pesticide@yandex.ru.

Федорова Наталья Евгеньевна (*Fedorova N.E.*),

зав. отд. аналит. методов контроля, д-р биол. наук. E-mail: analyt1@yandex.ru.

Баюшева Виктория Васильевна (*Bayusheva V.V.*),

мл. науч. сотр. отдела аналитич. методов контроля, канд. биол. наук. E-mail: analyt1@yandex.ru.

Чистова Жанна Анатольевна (*Zh.A. Chistova*),

вед. инж. отд. обеспечения качества, асп. E-mail: zhanna-chistova@yandex.ru.

УДК 613.6:331.472:616.8

Л.М. Сааркоппель, В.А. Кирьяков, О.А. Ошкодеров

## РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ БИОМАРКЕРОВ В ДИАГНОСТИКЕ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ

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

На основании сравнительной оценки клинических, нейрофизиологических и лабораторных изменений у 154 рабочих виброопасных профессий горнодобывающей промышленности определены наиболее информативно значимые критерии диагностики вибрационной болезни (ВБ). Научно обосновано использование нейроспецифических показателей — белка S100B и нейроспецифической енолазы (HSE) — для оценки степени тяжести ВБ.

**Ключевые слова:** *вибрационная болезнь, белок S100B, нейроспецифическая енолаза, диагностическая чувствительность (Se), диагностическая специфичность (Sp).*

L.M. Saarkoppel', V.A. Kir'yakov, O.A. Oshkoderov. **Role of contemporary biomarkers in vibration disease diagnosis**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

Comparative evaluation of clinical, neurophysiologic and laboratory data changes in 154 workers exposed to vibration in mining industry helped to identify the most informative criteria of vibration disease diagnosis. Scientifically justified use of neurospecific parameters — S100B protein and neurospecific enolase — was aimed to evaluate vibration disease severity.

**Key words:** *vibration disease, S100B protein, neurospecific enolase, diagnostic sensitivity, diagnostic specificity.*

Заболевания от воздействия физических факторов сохраняют ведущее место в структуре профессиональной патологии в Российской Федерации. Из них на долю вибрационной болезни (ВБ) приходится около 37,5%, а в структуре всей профессиональной патологии, регистрируемой в Российской Федерации, ВБ составляет около 20,1 % [4,5].

Многочисленные научные исследования убедительно свидетельствуют об изменениях со стороны систем гомеостаза и биомаркеров, отражающих нейродистрофические процессы, при воздействии промышленной вибрации на организм человека. Однако сложности оценки степени выраженности вибрационной болезни, основанной, согласно нормативной базе преимущественно на клинических и функциональных методах исследования, диктуют необходимость изучения диагностической и прогностической значимости более информативных, чувствительных и специфических показателей [1].

Одним из перспективных направлений исследования является оценка уровня белка S100B и нейроспецифической енолазы (HSE) при контакте с вибрационным фактором, оказывающим как непосредственное, так и опосредованное влияние на периферическую и центральную нервную систему. Научной предпосылкой для исследований в этом направлении является большое значение данных биосубстратов в обменных процессах нервной ткани. В работах отечественных и зарубежных авторов доказано, что данные показатели имеют тенденцию к изменению при очень широком спектре патологических процессов с вовлечением нервной системы (цереброваскулярные болезни, травмы, нейроинфекции, эндотоксикозы) [2,7–10].

В настоящее время показана прогностическая значимость коэффициентов, рассчитанных по уровням фактора некроза опухоли и белка S-100B у работающих в условиях воздействия локальной вибрации [3].

В настоящий момент работы, посвященные изменению содержания белка S100B и HSE в плазме при ВБ практически отсутствуют, что актуализирует проведение данного исследования.

**Цель исследования:** оценить диагностическую значимость нейроспецифических показателей S100B и HSE в сопоставлении с принятыми клиническими, нейрофункциональными и лабораторными критериями диагностики ВБ.

**Материал и методы исследования.** Для сравнительной оценки состояния здоровья, клинических функциональных и клинико-лабораторных изменений, определения степени влияния вибрационного фактора на вышеперечисленные показатели было обследовано 154 рабочих виброопасных профессий горнодобывающей промышленности (основная группа). Средний возраст обследованных составлял  $47,97 \pm 0,45$  года, средний стаж —  $19,92 \pm 0,35$  лет.

В зависимости от действующего вибрационного фактора основная группа была разделена на три подгруппы. Первую (I) подгруппу составляли 69 рабочих, подвергающиеся воздействию общей вибрации, превышающей ПДУ (машинисты экскаваторов и буровых установок (БУ) Михайловского, Стойленского, Лебединского ГОКов). Во вторую (II) подгруппу входил 61 горнорабочий, работающий в условиях сочетанного воздействия локальной и общей вибрации, превышающих ПДУ (машинисты ПДМ и СБУ ПАО «Норильский никель», водители большегрузных автомобилей ГОКов). Третью (III) подгруппу составили 24 проходчика ПАО «Норильский никель», имеющие в процессе трудовой деятельности контакт с локальной вибрацией, выше ПДУ.

В качестве контроля обследованы 49 рабочих вспомогательных профессий, не связанных в процессе трудовой деятельности с воздействием вибрации, превышающей санитарные нормы, и, соответственно, не имеющих признаков вибрационной болезни. Средний возраст обследованных контрольной группы составлял  $48,2 \pm 0,46$  года, средний стаж —  $18,3 \pm 0,42$  лет, что не имело статистически значимых различий с основной группой.

Гигиенический анализ условий труда выполнен в соответствии с Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». При анализе условий труда обследованного контингента акцент был сделан на оценке вибрационного фактора с расчетом суммарной стажевой дозы ( $L_{DUT}$ ) для работников основных профессиональных групп [5].

Нейрофизиологическое обследование включало стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ) с использованием Нейромиографа-МБН. Для выявления признаков астеноневротического состояния и степени его выраженности у горнорабочих применялась шкала астеноневротического состояния (ШАС) в адаптации Т.Г. Чертовой (1994 г.) [6]

С помощью биохимических методов получены данные о белковом и липидном обменах, уровне креатинина сыворотки; состояние гуморального звена иммунной системы — с помощью метода иммунодиффузии на спектрофотометре DR 5000. Определение концентрации сывороточного белка S100B проведено с помощью тест-системы ElisaKit; содержание HSE исследовано в сыворотке крови при помощи набора «NSE-ИФА-БЕСТ».

Для оценки значимости методов, применяемых для диагностики ВБ, рассчитывался ряд диагностических тестов (первичные параметры) — чувствительность (Se) и специфичность (Sp), зависящие от распространения патологического признака, показатели которого выходят за пределы референсных значений.

**Результаты исследования и их обсуждение.** По результатам обследования горнорабочих достоверной разницы в выраженности проявлений вибрационной болезни в обследуемых подгруппах основной группы определено не было. Отдельные признаки вибрационной патологии отмечены, в среднем, в 18% случаев, начальные проявления заболевания (I ст.) — в 35–43%. Умеренно выраженные проявления вибрационной болезни (II ст.) были диагностированы во всех основных подгруппах примерно с одинаковой частотой 36,2–41% обследованных.

При ЭНМГ-исследовании двигательных волокон наиболее высокая частота отклонений показателей от референсных значений определена во II подгруппе обследованных рабочих. Максимальной диагностической чувствительностью характеризовался показатель скорости распространения возбуждения (СРВ) по моторным аксонам на верхних и нижних конечностях (Se=0,75 и 0,8). Полученные данные свидетельствуют о повышении частоты поражения двигательных аксонов при сочетанном действии общей и локальной вибрации. В контрольной группе показатели проводимости по моторным волокнам периферических нервов были в пределах нормы, что соответствовало максимальной диагностической специфичности данных показателей (Sp = 1)

Исследование проводимости по сенсорным аксонам периферических нервов определило высокое значение Se СРВ по сенсорным волокнам верхних конечностей в основных подгруппах (от 0,97 до 1) и амплитуды потенциала действия (ПА) сенсорного ответа с верхних конечностей (от 0,77 до 0,93).

В контрольной группе измененные показатели ЭНМГ при исследовании сенсорных аксонов выявлялись в ряде случаев. Их частота достигала 18,4% при определении ПА сенсорного ответа на верхних конечностях (Sp=0,82); 16,3% — при определении СРВ по сенсорным волокнам (Sp=0,84). Наименьшей специфичностью (Sp=0,75) характеризовался показатель СРВ по сенсорным волокнам на нижних конечностях, определяемый относительно высокой частотой отклонений данного показателя от нормы в контрольной группе (25%).

В основных подгруппах горнорабочих практически все показатели имели значимую корреляционную

связь с  $L_{DUT}$ , достигающую степени «сильной» для СРВ по сенсорным и моторным волокнам верхних конечностей во II подгруппе ( $r$  от  $-0,71$  до  $-0,76$ ).

Оценка изменений центральной нервной регуляции по сумме баллов шкалы ШАС свидетельствовала как о более частом их развитии в I и II основных подгруппах ( $58,0 \pm 5,9\%$  и  $49,2 \pm 6,4\%$  соответственно), так и большей выраженности (сумма баллов  $70,6$  и  $72,9$ ). Корреляционная связь этого показателя с  $L_{DUT}$  колебалась от умеренной до сильной ( $r$  от  $0,6$  до  $0,71$ ). В III основной подгруппе и контроле астенические состояния по ШАС не выявлялись.

Оценка клинико-лабораторных показателей позволила определить ряд закономерностей, отражающих изменения биохимических и иммунологических показателей при ВБ.

Так, во всех основных подгруппах отмечены нарушения соотношения белковых фракций (диспротеинемии), носившие однонаправленный характер. Во всех трех основных подгруппах уровень  $\alpha 1$ -глобулина был достоверно выше, чем в контроле. Отмечено увеличение относительного содержания  $\gamma$ -глобулинов при тенденции к снижению процентного содержания других белковых фракций.

Максимальная частота данных изменений ( $62,3\%$ ) определена во II основной подгруппе, что было достоверно выше, чем в I подгруппе ( $36\%$ ;  $\chi^2=7,8$ ) и III подгруппе ( $16,7\%$ ;  $\chi^2=12,58$ ). Полученные результаты свидетельствуют о вариабельности Se показателей белкового обмена с максимальным значением Se относительной гипер- $\gamma$ -глобулинемии при комбинированном воздействии вибрационного фактора ( $Se=0,62$ ). В контрольной группе диспротеинемии не наблюдались ( $Sp=1$ ).

Изменения белкового обмена сопровождались относительным повышением уровней иммуноглобулинов (Ig) G и M у рабочих основных подгрупп по сравнению с контролем, а также у рабочих I и II подгрупп по сравнению с III подгруппой. Максимальной диагностической чувствительностью при вибрационном воздействии характеризовался уровень IgG, особенно при общем и комбинированном воздействии вибрации ( $Se=0,48$  и  $0,64$  соответственно). В контроле отклонений от референсных значений уровней иммуноглобулинов выявлено не было ( $Sp=1$ ).

Уровень креатинина крови в основных подгруппах был в пределах нормы с максимальным средним значением ( $105,9 \pm 1,4$  мкмоль/л) в III подгруппе, состоящей из проходчиков, подвергающихся физическим перегрузкам значительной степени выраженности. Однако превышения референсного значения ни у одного обследованного основных подгрупп и контроля выявлено не было, в связи с чем Se данного показателя была равна 0 при максимальной специфичности показателя  $Sp=1$ .

Оценка корреляционной связи клинико-лабораторных показателей с суммарной стажевой дозой ( $L_{DUT}$ ) выявила положительную достоверную корреляционную связь уровня  $\gamma$ -глобулина и взаимосвязанных с данным показателем уровней Ig M и G ( $r$  от  $0,31$  до  $0,77$ ). Определена также слабая положительная корреляционная связь уровня креатинина крови с  $L_{DUT}$  в III основной подгруппе ( $r=0,39$ ).

Основным направлением исследования было обоснование новых чувствительных и специфичных показателей для диагностики и определения степени тяжести вибрационной патологии. В этой связи оценены показатели, имеющие большое значение для

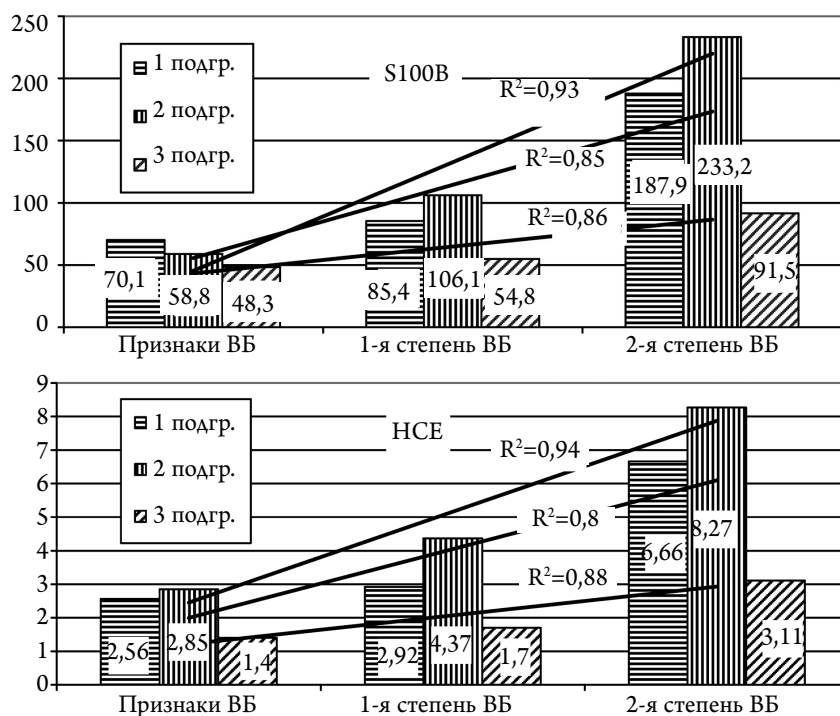


Рис. Динамика S100B и HSE по мере прогрессирования ВБ (нг/л)

диагностики повреждений нервной ткани различной этиологии — белка S100B и нейронспецифической енолазы (НСЕ).

По данным обследования средние значения белка S100B были выше нормы в I и II основных подгруппах и достигали максимального во II подгруппе горнорабочих ( $146,13 \pm 8,89$  нг/л), что было достоверно выше, чем у обследованных других основных подгрупп и контроля. Среднегрупповые значения НСЕ не выходили за пределы референсных, однако в основных подгруппах были достоверно выше, чем в контроле ( $4,45$ ;  $5,59$  и  $2,77$  нг/л против  $1,39$  нг/л соответственно).

Динамика нейроспецифических показателей имела четкий линейный характер по мере прогрессирования ВБ с высокой степенью достоверности аппроксимации ( $R^2=0,93-0,99$ ). Вместе с тем, нарастание S100B и НСЕ в группах рабочих, подвергающихся воздействию общей вибрации, особенно ее комбинации с локальной, была более значимой (рис.).

Частота выявления отклонения изучаемых показателей от референсных значений была также выше в I и II основных подгруппах. В ряде случаев, норму превосходил только белок S100B, тогда как НСЕ превышала норму лишь в единичных случаях у пациентов II подгруппы ( $3,3 \pm 2,2\%$ ). В результате значение Se S100B варьировалось от  $0,17$  до  $0,43$  при максимальной специфичности данного показателя  $Sp=1$ .

Изучение зависимости нейроспецифических показателей от возрасто-стажевых характеристик, дозы вибрации, степени выраженности ВБ и вза-

имосвязи с функциональными, клинико-лабораторными, биохимическими и иммунологическими параметрами, проведено с применением корреляционного анализа (табл.). При этом выборка обследованных пациентов соответствовала нормальному распределению.

Определена статистически значимая положительная корреляционная связь изучаемых нейроспецифических показателей с  $L_{DUT}$  ( $r=0,59-0,91$ ). С выраженностью вибрационной патологии, определяемой стадией заболевания, положительная корреляционная связь имела умеренную-сильную степень выраженности ( $r=0,58-0,81$ ).

Взаимосвязь клинико-лабораторных параметров с нейроспецифическими показателями в основных подгруппах была менее выраженной. В контроле таких взаимосвязей выявлено не было.

В основных подгруппах определена разнонаправленная, различной степени выраженности, корреляционная связь с показателями белкового обмена: слабая-умеренная отрицательная с альбуминами и  $\alpha 1$ -,  $\alpha 2$ -глобулинами и более выраженная (преимущественно умеренная) положительная связь с уровнем  $\gamma$ -глобулинов ( $r$  до  $0,65$ ). Установлена также достоверная положительная умеренная-сильная корреляционная связь с IgG в основных подгруппах ( $r=0,44-0,82$ ) и слабая-умеренная — с IgM ( $r=0,32-0,6$ ).

Более значимые корреляционные связи нейроспецифических лабораторных показателей имелись с ней-

Таблица

**Корреляционная взаимосвязь S100 и НСЕ с  $L_{DUT}$ , клиническими и лабораторными параметрами при ВБ**

Показатель	I подгруппа		II подгруппа		III подгруппа		Контроль	
	S100B	НСЕ	S100B	НСЕ	S100B	НСЕ	S100B	НСЕ
$L_{DUT}$	<b>0,76</b>	<b>0,66</b>	<b>0,76</b>	<b>0,66</b>	<b>0,90</b>	<b>0,60</b>	–	–
Стадия ВБ	<b>0,81</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,59</b>	<b>0,70</b>	<b>0,58</b>	–	–
Альбумин	<b>-0,49</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,35</b>	-0,07	<b>-0,53</b>	<b>-0,42</b>	0,02	0,15
Альфа1-глобулин	<b>-0,31</b>	-0,21	<b>-0,31</b>	<b>-0,44</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,49</b>	0,06	-0,07
Альфа2-глобулин	<b>-0,35</b>	-0,19	-0,23	<b>-0,50</b>	-0,27	-0,24	0,22	0,22
Бета-Глобулин	-0,14	-0,04	0,02	-0,22	0,19	0,25	-0,27	-0,17
Гамма-глобулин	<b>0,60</b>	<b>0,59</b>	<b>0,65</b>	<b>0,33</b>	<b>0,56</b>	<b>0,30</b>	0,05	0,09
Креатинин	0,26	0,16	<b>0,35</b>	0,20	<b>0,39</b>	<b>0,31</b>	-0,16	-0,02
IgA	-0,11	-0,20	-0,17	-0,24	0,21	-0,11	-0,15	0,07
IgG	<b>0,73</b>	<b>0,74</b>	<b>0,65</b>	<b>0,44</b>	<b>0,82</b>	<b>0,80</b>	-0,18	0,06
IgM	<b>0,53</b>	<b>0,37</b>	<b>0,60</b>	<b>0,46</b>	<b>0,32</b>	0,23	-0,10	0,01
ЭНМГ в/к; амплитуда М-ответа мот. волокон	<b>-0,63</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,59</b>	-0,24	<b>-0,69</b>	<b>-0,71</b>	-0,18	0,05
ЭНМГ в/к; СРВ мот. волокон	-0,25	-0,23	-0,28	<b>-0,33</b>	<b>-0,81</b>	<b>-0,69</b>	-0,06	-0,01
ЭНМГ в/к; R-латентность мот. волокон	<b>0,65</b>	<b>0,54</b>	<b>0,78</b>	<b>0,35</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	0,18	-0,07
ЭНМГ в/к; амплитуда ПД сенс. волокон	<b>-0,55</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,79</b>	<b>0,31</b>	-0,07
ЭНМГ в/к; СРВ сенс. волокон	<b>-0,41</b>	<b>-0,31</b>	<b>0,44</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,58</b>	0,17	0,07
ЭНМГ н/к; амплитуда М-ответа мот. волокон	<b>-0,58</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,31</b>	-0,22	-0,25	0,13	-0,07
ЭНМГ н/к; СРВ мот. волокон	<b>-0,76</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,37</b>	-0,28	-0,07	-0,01
ЭНМГ н/к; R-латентность мот. волокон	<b>0,63</b>	<b>0,54</b>	<b>0,73</b>	<b>0,66</b>	<b>0,43</b>	0,233	-0,10	0,01
ЭНМГ н/к; амплитуда ПД сенс. волокон	<b>-0,48</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,56</b>	-0,28	-0,24	-0,18	0,05
ЭНМГ н/к; СРВ сенс. волокон	<b>-0,59</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,24</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,38</b>	0,18	-0,06
Индекс астении	<b>0,58</b>	<b>0,71</b>	<b>0,77</b>	<b>0,56</b>	<b>0,43</b>	<b>0,31</b>	-0,23	0,13

рофункциональными параметрами ЭНМГ. При ЭНМГ-обследовании верхних конечностей более постоянную и выраженную корреляционную связь с нейроспецифическими белками имели ЭНМГ-показатели в III основной подгруппе ( $r$  до  $-0,81$ ), тогда как при обследовании нижних конечностей более четкие корреляционные связи выявлены в I и II подгруппах ( $r$  до  $-0,76$ ). Все амплитудные, скоростные ЭНМГ-показатели имели отрицательную корреляционную связь, а R-латентность моторных волокон — положительную корреляционную связь с белком S100B и HSE. В контрольной группе достоверных корреляционных связей результатов ЭНМГ-обследования с показателями S100B и HSE выявлено не было.

Показатели шкалы астенического состояния имели положительную корреляционную связь с белком S100B и HSE — сильную и умеренную в I и II основных подгруппах ( $r=0,56-0,77$ ) и слабую в III подгруппе ( $r=0,31-0,43$ ). В контроле эти показатели корреляционной связи не имели.

Анализ результатов клинического, нейрофизиологического и лабораторного обследования горнорабочих, различных профессиональных групп, свидетельствует, что диагностическая чувствительность и специфичность диагностических параметров, а также их корреляционная связь с  $L_{DUT}$  неоднозначны.

Так, при общем и, особенно, комбинированном действии вибрации возрастает значимость и стажевая зависимость ЭНМГ-показателей, характеризующих проведение импульсов как по двигательным, так и по сенсорным аксонам на верхних и нижних конечностях; при локальном действии вибрации — показателей, отражающих преимущественно сенсорные нарушения на верхних конечностях. Все основные ЭНМГ-показатели характеризует высокая степень диагностической чувствительности, однако показатели, отражающие нарушения проведения импульсов по моторным аксонам, более специфичны.

Изменения центральной нервной регуляции, оцениваемые по шкале ШАС, более диагностически чувствительны и взаимосвязаны с  $L_{DUT}$  при общем действии вибрации, а их диагностическая специфичность максимальна.

Изменения белкового обмена (диспротеинемии), носящие схожий характер во всех трех основных подгруппах, характеризующиеся относительным повышением уровня  $\alpha 1$ -глобулина, содержания  $\gamma$ -глобулинов при тенденции к снижению процентного содержания других белковых фракций, указывают на активацию процессов острого и хронического воспаления, обусловленного вибрационным воздействием. Сопряженное с данными изменениями нарастание уровней Ig G и M можно интерпретировать, как ответную реакцию гуморального звена иммунитета. Диагностическая специфичность этих показателей переменна (Se от 0,36 до 0,64) при максимальной диагностической специфичности показателей. Кроме того эти показатели имеют положительную до-

стоверную корреляционную связь с  $L_{DUT}$ . Уровень креатинина сыворотки, не обладая высокой чувствительностью, максимально диагностически специфичен, а его положительная корреляционная связь с  $L_{DUT}$  не исключает значимости этого показателя в диагностике ВБ.

Оценка уровней нейроспецифических показателей позволяет констатировать, что в большей степени диагностической чувствительностью при ВБ обладает белок S100B при максимальной специфичности данного показателя. Как S100B, так и HSE имеют четкую линейную зависимость от выраженности ВБ и достоверную положительную корреляционную связь с  $L_{DUT}$ . С наиболее диагностически значимыми нейрофизиологическими и лабораторными показателями уровни S100B и HCT имеют достоверную корреляционную связь.

**Выводы.** 1. Наиболее высокой чувствительностью и специфичностью при лабораторном обследовании горнорабочих с ВБ характеризуются изменения белкового обмена, связанные с относительным повышением уровня  $\alpha 1$ -глобулина, содержания  $\gamma$ -глобулинов и нарастанием уровней IgG и M (Se от 0,36 до 0,64; Sp=1). 2. При вибрационной патологии показатели стимуляционной ЭНМГ верхних и нижних конечностей обладают значительной степенью диагностической чувствительности (Se до 0,98) при более высокой специфичности результатов исследования моторных волокон (Sp до 1). 3. Сравнительное сопоставление значений S100B и HSE в зависимости от характера воздействующей вибрации, степени выраженности ВБ, а так же уровни их Se и Sp, выявленные корреляционные взаимосвязи служат аргументами в пользу применения S100B и HSE в качестве критериев оценки степени вибрационного воздействия с выраженностью клинической картины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 8–10)

1. Антошина Л.И., Сааркопель Л.М., Павловская Н.А. // Мед. труда и пром. экология. — 2009. — № 2. — С. 32–37.
2. Жукова И.А., Алифирова В.М., Жукова Н.Г. // Бюлл. сиб. медицины. — 2011. — Т. 10. № 2. — С. 15–21.
3. Курчевенко С.И., Бодиенкова Г.М. Способ донозологической диагностики нарушений здоровья от воздействия локальной вибрации / Патент на изобретение RU 2549435 11.03.2014.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2014 г: Гос. доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. — 206 с.
5. Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. — М.: Травант, 2003. — 430 с.
6. Рогов Е.И. Настольная книга практического психолога. Кн. 2. — М.: ГИЦ «Владос», 1999. — 480 с.
7. Траилин А.В., Левада О.А. // Междунар. неврологич. ж-л. — 2009. — № 1. — С. 166–175

## REFERENCES

1. Antoshina L.I., Saarkoppel' L.M., Pavlovskaya N.A. // Industr. med. — 2009. — 2. — P. 32–37 (in Russian).
2. Zhukova I.A., Alifirova V.M., Zhukova N.G. // Byulleten' sibirskoy meditsiny. — 2011. — Vol 10. — 2. — P. 15–21 (in Russian).
3. Kurchevenko S.I., Bodienkova G.M. Method of prenosologic diagnosis of health disorders due to local vibration / Patent RF RUS 2549435 11.03.2014 (in Russian).
4. On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2014: Governmental report. — Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'nykh i blagopoluchiya cheloveka, 2015. — 206 p. (in Russian).
5. Izmerov N.F., Denisov E.I., eds. Occupational risk for workers' health (Manual). — Moscow: Trovant, 2003. — 430 p. (in Russian).
6. Rogov E.I. Handbook of psychologist practitioner. Book 2. — Moscow: GITs «Vladost», 1999. — 480 p. (in Russian).
7. Trailin A.V., Levada O.A. // Mezhdunarodnyy nevrologicheskiy zhurnal. — 2009. — 1. — P. 166–175 (in Russian).
8. Davydov D.M., Morozov S.G. et al. // Physiology & Behavior. — 2015. — T. 140. — P. 188–196.

9. Fabrizio M., Valentina C. et al. // J of Neurochemistry. — 2012. — Vol. 120. I. 5 P. — P. 644–659.
10. Sedaghat F., Notopoulos A. // Hippokratia. — 2008. — 12 (4). — P. 198–204.

Поступила 13.01.2017

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сааркоппель Людмила Мейнхардовна (Saarkoppel' L.M.)

Гл. вр. клиники Ин-та общей и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук., проф. Тел. (495) 586–12–34. E-mail: erisman-clinic@yandex.ru.

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.

Ошкoderов Олег Анатольевич (Oshkoderov O.A.),

вр.-невролог неврологич. отд. Ин-та общ. и проф. патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, заочн. асп. E-mail: voyageur87@gmail.com.

УДК 613.632:632.95

Л.И. Липкина, Е.Н. Михеева, И.В. Березняк

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ОПЕРАТОРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ФИПРОНИЛСОДЕРЖАЩИХ ПЕСТИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ

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

Представлены результаты гигиенической оценки различных технологий применения инсектицидных препаратов на основе фипронилла. Установлен допустимый риск воздействия фипронилла на работающих при соблюдении технологических регламентов и требований безопасности. Превышение допустимого риска при отдельных технологиях связано с особенностями технологического процесса, устаревшей техникой и недостаточной эффективностью средств индивидуальной защиты, что требует принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** пестициды, фипронил, технологии применения, сравнительный риск вредного воздействия, меры безопасности.

L.I. Lipkina, E.N. Mikheeva, I.V. Bereznyak. **Comparative evaluation of risk for operators in various technologies using fipronil-containing pesticides**

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebнадzor, 2, Semashko Str., Mytischki, Moscow region, Russia, 141014

The authors presented results of hygienic evaluation of various technologies connected with use of fipronil-based insecticides. Findings are allowable risk of fipronil exposure in workers, if technologic regulations and safety rules met. Exceeded allowable risk in some technologies is due to technologic process features, outdated equipment and poor efficiency of individual protective means — that requires management decisions.

**Key words:** pesticides, fipronil, application technologies, comparative risk of harmful influence, safety measures.