
ГИГИЕНА ТРУДА

УДК 616–008.3/.5–616–092.6–622.3

Поступила 07.12.2015

Е. М. ВЛАСОВА¹, В. Б. АЛЕКСЕЕВ¹, Д. М. ШЛЯПНИКОВ¹, В. В. ШЕВЧУК²

**ОЦЕНКА РИСКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ
У РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ**

¹Фб УН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления
рисками здоровью населения», ²Пермский государственный медицинский университет
им. е . А. Вагнера <okolo65@mail.ru>

*Снижение функциональных возможностей организма наступает до первых признаков
болезни и является прогностически неблагоприятным признаком. Группу наблюдения с*

оценкой состояния здоровья составили машинисты горных выемочных машин (ГВМ), занятых на выполнении подземных работ по добыче калийных солей, группу сравнения – работники, выполняющие работы на поверхности. Для оценки уровня адаптации и адаптационного потенциала у работников обеих групп проведено комплексное обследование показателей здоровья. Установлено, что выполнение подземных горных работ способствует перенапряжению и истощению адаптивных резервов организма, что увеличивает риск формирования заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем. Адаптационные возможности работника должны быть одним из основных критериев при экспертизе профессиональной пригодности у работников, занятых на подземных работах, а также при разработке профилактических программ, направленных на сохранение здоровья работника и профессиональное долголетие.

Ключевые слова: функциональное состояние, функциональные резервы, экспертиза профессиональной пригодности, подземные работы.

Современные условия производства предъявляют высокие требования к здоровью человека, что определяет необходимость контролировать и управлять процессом формирования здоровья и сохранения его у работающих во вредных (опасных) условиях труда [5]. Основным фактором риска развития болезней является снижение функциональных (адаптационных) возможностей организма [2]. Труд работников, занятых на выполнении подземных горных работ по добыче калийных солей, является циклическим и сложным по своему технологическому содержанию, технология добычи требует от работника переключения с одной производственной операции на другую, с одного рабочего приёма на другой с различными по длительности перерывами, исключаящими однообразие и монотонность в работе [3].

Актуальность рассматриваемого вопроса в том, что снижение адаптационных возможностей наступает до обнаружения первых признаков болезни и является прогностически неблагоприятным признаком. Степень риска болезни зависит от функциональных резервов организма [1]. Оценка и прогнозирование функциональных возможностей организма позволяют проводить профилактические мероприятия до развития клинических нарушений и решать вопросы экспертизы профессиональной пригодности [6–8].

Нами проведено многолетнее динамическое наблюдение с оценкой состояния здоровья работников, занятых на выполнении подземных работ по добыче калийных солей. Для выполнения исследования сформированы две группы: I – машинисты горных выемочных машин (ГВМ); II (группа сравнения) – работники, выполняющие работы на поверхности. Для интегральной оценки функционального состояния организма работников и степени адаптации к экспозиции вредными факторами производственной среды и трудового процесса была реализована программа исследований, проведена формализация результатов, формирование электронной базы данных. Критический уровень достоверности при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05 ($P < 0,05$). Условия труда оценивали в соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса; критерии и классификация условий труда (Р 2.2.2006–05).

Условия труда машинистов ГВМ характеризуются специфическим, технологически детерминированным комплексом вредных производственных факторов: загрязнением воздуха рабочей зоны пылью силвинита, шумом, вибрацией общей и локальной, отсутствием естественного освещения, тяжестью и напряжённостью трудового процесса. Работы выполняются в ограниченном пространстве при региональной и общей физической динамической нагрузке, нахождении в позе стоя до 60 % времени в течение смены, с комплексным воздействием общей и локальной вибрации. При интегральной оценке условия труда соответствуют классу «вредный» III степени (3.3). При норме рабочего времени в подземных условиях 147,7 ч фактическое среднемесячное количество рабочих часов в группе наблюдения составило 146,67. По результатам проведённой аттестации рабочих мест по условиям труда установлено, что условия труда на рабочих местах работников, занятых

на выполнении подземных горных работ, соответствуют классу 2 по вибрации; классу 3.1 – по параметрам микроклимата и параметрам световой среды; классу 3.2 – по шуму (эквивалентные уровни звука при предельно-допустимом уровне – ПДУ 80 дБА составляют от 83 дБА до 94 дБА) и классу 3.3 – по концентрации в воздухе рабочей зоны пыли силъвинита (концентрация силъвинита на рабочих местах составляет от 57,2 мг/м³ до 61,5 мг/м³ при ПДК 5 мг/м³). При общей гигиенической оценке, с учётом сочетанного действия вредных производственных факторов, они относятся к III степени класса 3 вредных условий труда (соответствует классу условий труда 3.3). Оценка риска проведена в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья работников Р 2.2.1766-03, а также на основе эволюционной модели накопления функциональных нарушений.

Категории априорного профессионального риска у работников, занятых на выполнении подземных горных работ, соответствуют высокому (непереносимому).

Как функциональные параметры, маркёрные для оценки деятельности центральной нервной системы, использовали показатели когнитивных реакций, опросник САН (активность, настроение, самочувствие), трудоспособности; как функциональные параметры, маркёрные для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы, – показатели гемодинамики, которые являются параметрами конечного адаптивного результата, т. е. приспособления работника к воздействию приоритетных факторов риска производственной среды и трудового процесса, поскольку от уровня адаптации (степени функциональных ресурсов – их тренированности или истощения) зависит работоспособность.

Анкетирование, тестирование когнитивной функции проводили работники обеих групп до и после рабочей смены; суточный мониторинг артериального давления (СМАД) и холтеровский мониторинг (ХМ) ЭКГ выполняли работникам, выбранным по критерию соответствия среднегрупповым значениям стажа и возраста; пред- и послесменный контроль АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) проводили всем работникам каждую смену в течение периода наблюдения, при медицинском осмотре определяли антропометрические показатели (рост – Р), массу тела (МТ), окружность талии (ОТ). Оптимальную ЧСС с учётом возраста при продолжительных физических нагрузках можно определить по формулам. При стаже 1–2 года ЧСС = 170 – В; 2 года и более – ЧСС = 180 – В, где В – возраст, лет [4]. Измерение АД также является наиболее распространённым методом оценки функционального состояния организма работника. Работник может овладеть элементарными методами оценки функциональных возможностей организма, что является важной составляющей в реализации здорового образа жизни [6]. Уровень систолического АД (АД_с) выше 140 мм рт. ст., диастолического АД (АД_д) выше 90 мм рт. ст., ЧСС более 80 в 1 мин в состоянии покоя, ОТ более 94 см у мужчин расценивали как факторы риска и назначали дополнительные исследования.

Для оценки общего функционального состояния и работоспособности, состояния здоровья (функциональные нарушения) работников использованы нейропсихологические тесты, опросник САН, субъективный анализ сна. Критерием оценки были значения полученных баллов по соотношению к соответствующим оценочным шкалам. Для оценки трудового потенциала и состояния здоровья была разработана типовая карта, включающая: формализованное интервью по заранее подготовленному вопроснику; тест «5 слов» (В. Dubois) для оценки восприятия (непосредственное воспроизведение); тест рисования часов; повторный тест «5 слов» (отсроченное воспроизведение); специальная таблица, в которой числа расположены в произвольном порядке от 1 до 25 (проба Шульте); проба на сосредоточенность (серийный счет); вопросники. Всего карта включала девять заданий. Проведено 251 исследование. Общее количество ответов по всем показателям тестирования составило 7293. Результаты с типовой карты заносили в электронную базу данных с последующей математической обработкой. Оценка адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения проводили по формуле

$$AP = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times АД_C + 0,008 \times АД_д + 0,014 \times В + 0,009 \times МТ - 0,009 \times Р - 0,273,$$

где AP – адаптационный потенциал; ЧСС – частота сердечных сокращений в 1 мин; В – возраст, лет; АД_С и АД_д – систолическое и диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; МТ – масса тела, кг; Р – рост работника, см. Удовлетворительной считали адаптацию при показателе AP менее 2,6, напряжение механизмов адаптации при AP 2,61–3,09, неудовлетворительной – адаптацию при AP 3,1–3,6, срыв адаптации – при AP более 3,6.

При оценке исходного уровня адаптации у работников обеих групп выявлено остаточное утомление от предыдущей смены, не компенсирующееся в установленный рекреационный период у 26,5 % работников, которое проявлялось астенией, снижением активности и трудоспособности. Непосредственно после начала работы в ответ на нагрузку функциональные системы компенсируют возможные нарушения и восстанавливают равновесие, что проявляется уменьшением количества работников с признаками утомления к концу рабочей смены до 14,2 %. Анализ результатов тестирования показал субъективно ухудшение состояния здоровья у 71,76 % работников обеих групп до начала рабочей смены и у 98,2 % работников в конце рабочей смены. Признаки лёгкой депрессии ситуативного генеза (53–57 баллов) выявлены у 12,73 % работников обеих групп.

При анализе маркерных функциональных параметров ЦНС выявлены признаки утомления уже до начала рабочей смены у 48,78 % работников, которое проявлялось следующими особенностями когнитивных функций: снижением восприимчивости человека к обычным нагрузкам (снижение активности у 69,23 % работников ($P = 0,001$), отсутствием желания работать – у 47,06 % ($P = 0,003$), нарушением концентрации внимания – у 25 % работников ($P = 0,02$), снижением функции отсроченного воспроизведения – у 12,6 % ($P = 0,04$), снижением умственных способностей и скорости психических реакций – у 97,16 % ($P = 0,0$), астенией – у 84,62 % ($P = 0,0$), субъективным ухудшением самочувствия – у 98,7 % ($P = 0,0$). Полученные результаты свидетельствуют, что функциональные параметры работников, занятых на подземных горных работах, соответствуют фазе развития утомления.

Среди работников II группы (сравнения) отмечалось уменьшение количества лиц с астенией (25,39 % до смены и 11,81 % после смены, $P = 0,0$), со снижением активности (21,14 % до смены и 19,04 % после смены, $P = 0,04$) к концу смены при увеличении количества работников со снижением концентрации внимания (12,85 % до смены и 25,39 % после смены, $P = 0,0106$), с высоким фоном настроения (34,92 % до смены и 68,25 % после смены, $P = 0,0$) и тревожности (28,57 % до смены и 32,85 % после смены, $P = 0,04$). Снижение утомления центрального психологического уровня при появлении тревоги, повышении фона настроения, субъективного ухудшения самочувствия является компенсаторной реакцией организма: восстановление равновесия за счёт изменения нейрофизиологических параметров.

По данным ежесменного измерения АД, зарегистрированы пограничные значения среднесуточного АД_С у работников, занятых на подземных горных работах; у 16,66 % лиц наблюдали эпизоды артериальной гипертензии – АГ (АД_С в период рабочего цикла $157,1 \text{ мм рт. ст.} \pm 0,91 \text{ мм рт. ст.}$). Среднее АД_С до рабочей смены – $(130,10 \pm 10,91) \text{ мм рт. ст.}$; после рабочей смены – $(141,00 \pm 9,39) \text{ мм рт. ст.}$ ($P = 0,0002$); среднее АД_д до рабочей смены – $(81,90 \pm 10,62) \text{ мм рт. ст.}$; после рабочей смены – $(89,90 \pm 10,58) \text{ мм рт. ст.}$ ($P = 0,0003$). Ежесменный контроль за ЧСС показал изменения после рабочей смены, которые свидетельствуют о развитии утомления: увеличение ЧСС с $(71,50 \pm 6,62)$ в 1 мин до $(111,30 \pm 3,81)$ в 1 мин ($P = 0,0$). Среднее АД_С до рабочей смены у работников в группе наблюдения – $(139,13 \pm 10,39) \text{ мм рт. ст.}$, в группе сравнения – $(124,30 \pm 11,61) \text{ мм рт. ст.}$ ($P = 0,02$).

При сравнительной характеристике СМАД у работников обеих групп выявлены пограничные значения среднесуточного АД_С, повышенные показатели на-

грузки давлением (индекс времени) АД_С и АД_д. При этом у работников группы наблюдения не отмечалось адекватного прироста АД_С пропорционально рабочей нагрузке, АД_д в ответ на рабочую нагрузку имело тенденцию к повышению у 33,33 % работников, к снижению – у 16,66 %, индекс времени АД свидетельствует о стабильной систолической АГ у 22,5 % работников (индекс времени больше 50 %) и у 33,33 % – о лабильной диастолической АГ (индекс времени больше 25 %). Оценка влияния вегетативной нервной системы на функции сердечно-сосудистой системы методом ХМ ЭКГ показала, что в обеих группах преобладает дневной циркадный тип; среди работников, занятых на подземных горных работах, умеренно снижен уровень парасимпатических влияний на ритм сердца (PNN50 = 32,7 % ± 8,8 %) у 12,5 % (P = 0,03).

При оценке функциональных параметров выявлено напряжение адаптации у 48 % работников I группы, у 30 % – II группы (P = 0,01); низкая адаптация – соответственно у 28 и 9 % (P = 0,01); срыв адаптации – соответственно у 12 и 4 % (P = 0,01).

Таким образом, выполнение подземных горных работ способствует перенапряжению и истощению адаптивных резервов организма, что увеличивает риск формирования заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем. Адаптационные возможности должны выступать как один из основных факторов в случаях решения вопроса профессиональной трудоспособности при допуске к работе в подземных условиях труда, а также при определении профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья работника и профессиональное долголетие.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

1. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1999. – 298 с.
2. Власова Е. М., Алексеев В. Б., Шляпников Д. М. Адаптационные возможности организма как лимитирующий фактор выбора режима труда при выполнении подземных горных работ // Санитарный врач. – 2015. – № 4. – С. 16–24.
3. Власова Е. М., Алексеев В. Б., Шляпников Д. М. и др. Оценка адаптации работников к увеличению продолжительности рабочей смены на подземных горных работах // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – Вып. 248, № 11. – С. 25–26.
4. Ермолаев Ю. А. Возрастная физиология: Учебник. – М.: Возрастная физиология, 1997. – 34 с.
5. Измеров Н. Ф., Бухтияров И. В., Прокопенко Л. В. и др. Труд и здоровье. – М.: Литература, 2014 – 416 с.
6. Холодов Ж. К. Теория и методика физической культуры и спорта. – 10-е изд. – М.: Медицина, 2012. – 480 с.
7. Costa G. Shift Work and Health: Current Problems and preventive Actions // Safety Health Work. – 2010. – N 1. – P. 112–123.
8. Shlyapnikov Dmitriy, Shur Pavel, Alekseev Vadim et al. Assessment of arterial hypertension risk using results of vessel wall condition examination among potassium salts mining workers // 3rd International Congress on Environmental Health. – ICEN 2014, Porto 24–26 September, 2014.

ОЦІНКА РИЗИКУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ У ПРАЦІВНИКІВ, ЗАЙНЯТИХ НА ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ РОБОТАХ

Е. М. Власова, В. Б. Алексеев, Д. М. Шляпников, В. В. Шевчук (Перм)

Зниження адаптаційних можливостей організму настає до перших ознак хвороби і є прогностично несприятливою ознакою. Групу спостереження з оцінкою стану здоров'я становили машиністи гірничих виїмкових машин (ГВМ), зайнятих на виконанні підземних робіт з добування калійних солей, групу порівняння – працівники, які виконують роботи на поверхні. Для оцінки рівня адаптації та адаптаційного потенціалу у працівників обох груп проведено комплексне обстеження показників здоров'я. Встановлено, що виконання підземних гірничих робіт спричинює перенапруження і виснаження адаптивних резервів організму, що збільшує ризик формування захворювань нервової і серцево-судинної систем. Адаптаційні можливості мають

бути одними з основних чинників у випадках вирішення питання професійної працездатності при допуску до роботи в підземних умовах праці, а також при визначенні профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я працівника і професійне довголіття.

Ключові слова: функціональний стан, функціональні резерви, експертиза професійної придатності, підземні роботи.

RISK ASSESSMENT OF FUNCTIONAL DISORDERS IN WORKERS EMPLOYED IN UNDERGROUND WORKS

E. M. Vlasova¹, V. B. Alekseev¹, D. M. Shljapnikov¹, V. V. Shevchuk² (Perm, Russia)

¹Federal Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies»; ²Academician Ye. A. Vagner Perm State Medical University

The low adaptive capacity of the organism occurs before the first signs of the disease and is a poor prognostic sign. The group observation assessment of health status made up machinists mining machinery (GWM) working on the underground works for the extraction of potash, the comparison group – the workers performing work on the surface. To assess the level of adaptation and the adaptive capacity of workers in both groups carried out a comprehensive survey of health indicators. It is established that underground mining contributes to the overexertion and the exhaustion of adaptive reserves of the body, which increases the risk of developing diseases of the nervous and cardiovascular systems. The adaptive capacity should be one of the main factors in the cases of the solution of the question of occupational disability in admission to work in underground working conditions, and to help determine preventive measures aimed at the preservation of health and professional longevity.

Key words: functional status, functional reserves, examination of professional competence, underground work.