

УДК 613.6:661.31]:658.381(470.53)

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ТРУДА ДЛЯ РАБОТНИКОВ КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ

© 2014 Д.М. Шляпников¹, Е.М. Власова¹, П.З. Шур¹, В.Б. Алексеев¹, В.Г. Костарев²

¹ Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, г. Пермь

² Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю

Поступила в редакцию 03.10.2104

Представлены данные по сравнительной оценке функциональных параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) и когнитивных функций у работников, занятых на выполнении подземных горных работ при различной продолжительности рабочих циклов и междусменными периодами. Скрининговые предсменные измерения артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), показали, что функциональные показатели сохранялись в пределах допустимых физиологических значений только первые два дня рабочего цикла. При продолжительности рабочего цикла более 3 рабочих дней подряд наблюдается тенденция к увеличению уровня АД и учащению ЧСС. Выраженная лабильность АД является фактором риска развития артериальной гипертензии. При сменных графиках работы, практикуемых сегодня, междусменный отдых и выходные дни не компенсируют полностью утомления.

Ключевые слова: *профессиональный риск, функциональные нарушения, оптимальный режим труда*

Подбор оптимального режима труда и отдыха должен обеспечивать эффективную защиту временем здоровья работника от воздействия вредных факторов производственной среды и трудового процесса, а также способствовать эффективной загрузке производственных мощностей, штатному течению технологического процесса, выполнению нормативных объемов производства, своевременному проведению планово-профилактического ремонта и осмотра оборудования при сокращении времени простоев. В процессе труда работоспособность, т.е. способность человека к производительной трудовой деятельности, а соответственно, и функциональное состояние организма подвергаются изменениям. Поддержание производительной (эффективной) работоспособности – основная цель подбора параметров режима труда и отдыха. Необходимым условием для подбора рационального режима является учет закономерностей суточного ритма физиологических процессов [1]. Годовые режимы труда и отдыха предусматривают рациональное чередование работы с периодами длительного отдыха. Физиолого-гигиенические исследования показывают, что производственная среда калийного рудника при адекватной для адаптационных возможностей организма

работников продолжительности рабочей смены не вызывает отрицательного воздействия [2, 3]. Сохранение и восстановление адаптационных возможностей зависит, в том числе, и от продолжительности междусменных (рекреационных) периодов [1, 4].

Цель работы: оценка функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и когнитивных функций у работников, занятых на выполнении подземных горных работ, в целях подбора оптимального режима труда.

Материалы и методы. Для проведения исследований из числа работников, занятых на выполнении подземных горных работ были сформированы две группы наблюдения в составе: группа 1 – 111 работников (средний стаж – $7,79 \pm 0,67$ лет, средний возраст – $38,14 \pm 1,62$ лет). Профессиональный состав: машинисты горных выемочных машин (ГВМ) – 93, горные мастера – 10, крепильщики – 4; начальники участка – 2; заместители начальника участка – 2. Группа 2 – 63 работника (средний стаж – $7,78 \pm 1,58$, средний возраст – $39,84 \pm 2,24$). Профессиональный состав: машинисты ГВМ – 52, горные мастера – 6, машинисты буровой установки – 3, крепильщики – 2. Работы в обеих группах выполняются при восьмичасовой продолжительности рабочей смены, по скользящему графику, при этом работник в течение месяца выполняет работы и в первую, и во вторую и в третью смену.

Отличия групп наблюдения друг от друга заключаются в режимах труда – продолжительности рабочих циклов и междусменных периодов:

– группа 1: пятидневные циклы работы в ночную смену, сменяющиеся через три выходных дня пятидневным циклом работы в дневную смену, заканчивающиеся через два выходных четырехдневным циклом работы в утреннюю смену;

Шляпников Дмитрий Михайлович, заведующий отделом анализа рисков для здоровья. E-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru
Власова Елена Михайловна, кандидат медицинских наук, заведующая Центром медицины труда и профпатологии. E-mail: vlasovaem@fcrisk.ru
Шур Павел Залманович, доктор медицинских наук, ученый секретарь. E-mail: shur@fcrisk.ru
Алексеев Вадим Борисович, доктор медицинских наук, заместитель директора по организационно-методической работе. E-mail: vadim@fcrisk.ru
Костарев Виталий Геннадьевич, кандидат медицинских наук, начальник отдела надзора за условиями труда. E-mail: vit893@yandex.ru

– группа 2: трехдневные циклы работы в утреннюю смену, чередуются через два выходных трехдневным циклом работы в дневную смену, сменяются через один выходной трехдневным циклом

работы в ночную смену и через три выходных повторяют последовательность циклов.

Примеры графиков работы представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Пример графика работ группы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	1	1	1	В	В	В	3	3	3	3	3	В	В	2	2	2	2	В	1	1	1	1	1
2	2	2	2	В	1	1	1	1	1	В	В	В	3	3	3	3	3	В	В	2	2	2	2	В

Таблица 2. Пример графика работ группы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	2	2	В	В	3	3	3	В	1	1	1	В	В	В	2	2	2	В	В	3	3	3	В	1
В	В	3	3	3	В	1	1	1	В	В	В	2	2	2	В	В	3	3	3	В	1	1	1	В

Примечание: 1 – ночная смена, 2 – утренняя смена, 3 – дневная смена, В - выходной

С целью оценки условий труда были использованы результаты аттестации рабочих мест. Классификация условий труда по показателям вредности и опасности производственной среды, тяжести и напряженности проводилась по гигиеническим критериям Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». В качестве функциональных параметров, характеризующих деятельность центральной нервной системы, использовались показатели когнитивных функций работников, оцениваемые с помощью нейропсихологических тестов: концентрация внимания, непосредственное и отсроченное воспроизведение, проба на сосредоточенность, тест рисования часов. Для оценки работоспособности и выявления признаков утомления проводился субъективный анализ сна; оценка самочувствия, активности, настроения по методике САН (самочувствие, активность, настроение). Каждый блок оценивался по бальной системе.

В качестве функциональных параметров, характеризующих деятельность ССС, использовались показатели гемодинамики – артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС), результаты суточного мониторирования АД (СМАД) и суточного мониторирования электрокардиограммы по Холтеру (ХМ-ЭКГ) [3, 5]. Измерение функциональных параметров у работников проводилось до и после рабочих циклов, до и после междуменных периодов отдыха. СМАД, ХМ-ЭКГ (регистрацию суточного колебания АД, суточного индекса давления, показателей variability сердечного ритма и его вегетативной регуляции и изменение ЭКГ) проводили у одних и тех же рабочих 1 раз в месяц на протяжении 3 месяцев. Контроль АД и ЧСС до и после каждой рабочей смены проводили всем работникам в течение 3-х месяцев.

Исследование и анализ суточного АД проведены с использованием диагностической системы «BR-102 plus», программа анализа МТ-300 (SCHILLER, Швейцария). Оценка влияния

вегетативной нервной системы на функции возбудимости, проводимости и автоматизма сердца выполнена с помощью диагностической системы суточной регистрации ЭКГ по Холтеру – Microvit «MT-101», программа анализа МТ-210 (SCHILLER, Швейцария). Холтеровское мониторирование выполнялось после междуменного периода отдыха, длительность исследования совпала с продолжительностью рабочей смены. Оценивались показатели variability сердечного ритма (SDNN, SDANN, SDNNidx, rMSSD, pNN50) в рабочие часы и во время отдыха работника. Измерение АД и ЧСС проводилось электронным тонометром UA – 777 A/D (A & D, Япония). Регистрационное удостоверение № ФЦЗ 2011 /09642 от 11 мая 2011г. За время исследования проведено 13 420 измерений (6720-АД и 6720-ЧСС). Показатели заносились в индивидуальные протоколы исследования. Все работники, включенные в группы, были информированы о целях, задачах и процедурах медицинских исследований, после чего подписали добровольное согласие.

Сведения по гигиенической оценке условий труда, профессиональному маршруту (общему и «суммарному подземному» стажу), данные о наличии соматических заболеваний и характере их течения, результаты обследования были формализованы и занесены в единую электронную базу данных. Статистико-математический анализ проводился с использованием программного модуля, выполненного в виде макроса MS Excel. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05 (достоверность различий $p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. По результатам проведенной аттестации рабочих мест установлено, что условия труда на рабочих местах работников обеих групп соответствуют: классу 2 по вибрации; классу 3.1 – по параметрам микроклимата и параметрам световой среды; классу 3.2 по шуму; классу 3.3 – по концентрации в воздухе рабочей зоны пыли силвинита. При общей гигиенической оценке, с учётом сочетанного действия

вредных производственных факторов, условия труда относятся к 3-й степени 3 класса вредности.

Сравнительная оценка результатов тестирования когнитивных функций до и после рабочей смены у работников обеих групп выявила утомление, остаточное от предыдущей смены и не компенсирующееся в установленный рекреационный период (у 38% работников группы 1 и у 43% работников группы 2). Величина остаточного

утомления определялась суммой бальных оценок отдельных параметров и соотношением их шкал. У работников группы 2 снижение активности наблюдалось всегда на фоне астенического синдрома, что говорит о функциональном (обратимом) характере снижения активности. Результаты тестирования когнитивной функции у работников коррелируют с субъективной оценкой состояния здоровья по методике САН.

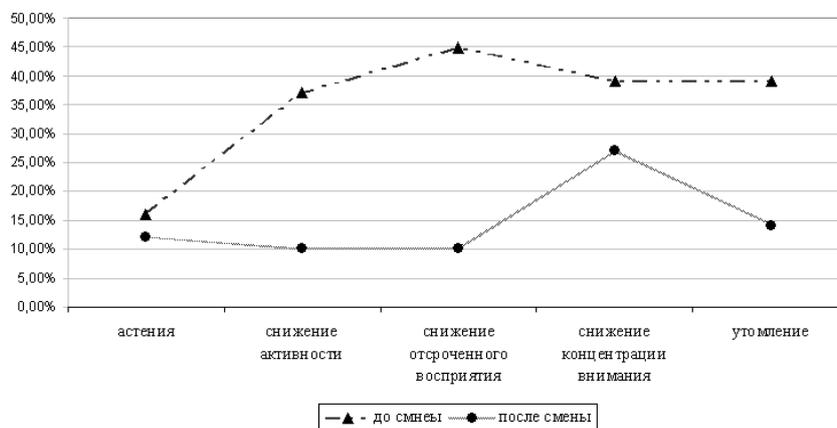


Рис. 1. Сравнительная оценка параметров утомления у работников группы 1 до и после смены

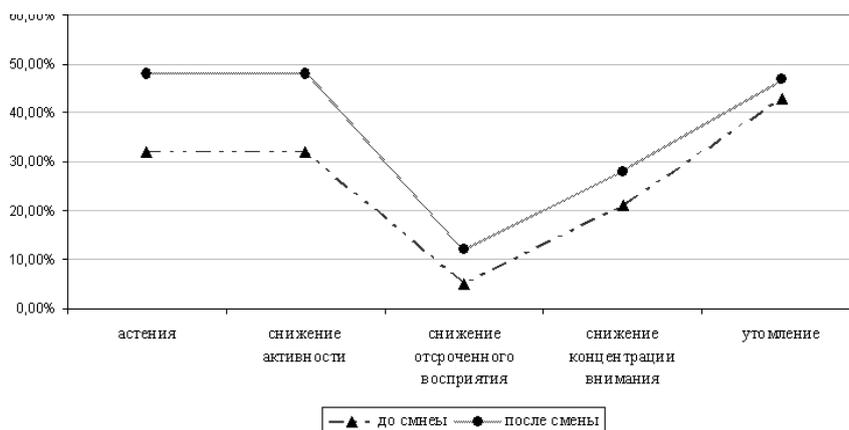


Рис. 2. Сравнительная оценка параметров утомления у работников группы 2 до и после смены

Динамика кривых функциональных параметров нервной системы у работников группы 1 до и после рабочей смены (рис. 1) соответствует утомлению центрального психологического уровня, для снижения которого задействованы функциональные резервы организма, что подтверждается субъективным ощущением: ухудшение самочувствия, повышением фона настроения, тревогой (САН). Обращает внимание динамика функциональных параметров нервной системы у работников группы 2 до и после рабочей смены, которые отличаются только по количественным показателям вследствие адаптации в ответ на рабочую нагрузку (рис. 2). У работников группы 1 задействованы функциональные резервы организма, что ведет к истощению адаптации, с последующим срывом адаптации.

Утомление представляет собой обратимое физиологическое состояние. Если работоспособность не восстанавливается к началу следующего периода работы, утомление может переходить в усталость – более стойкое снижение работоспособности, которая, в свою очередь, может привести со временем к развитию заболеваний, в первую очередь, заболеваний нервной системы и системы кровообращения. При субъективной оценке сна его биоритмы оказались нарушены у 33% работников группы 1 и у 37% работников группы 2, что проявлялось нарушением засыпания, и ранним пробуждением (укорочение общей длительности сна) вследствие длительного снижения функциональной активности механизмов регуляции. Математический анализ динамики показателей АД и ЧСС, проведенный на основе линейных трендов, полученных у работников обеих групп, показал, что функциональные

показатели (АД и ЧСС) в пределах допустимых физиологических значений за весь период наблюдения сохранялись только в первые 2 дня рабочего цикла.

Увеличение продолжительности рабочего цикла (количество рабочих дней подряд) сопровождалось изменениями в функциональном состоянии организма. В первую очередь, это проявлялось в изменении показателей, характеризующих

деятельность ССС – наблюдалась тенденция к увеличению ЧСС, наиболее выраженная после рабочих смен при продолжительности рабочего цикла более 3 рабочих дней и лабильностью АД. Оценка результатов суточного мониторинга АД выявила повышенный риск развития стабильной АГ с вероятностью осложнений у работников группы 1 по величине «нагрузки давлением», оказываемой на органы-мишени.



Рис. 3. Динамики показателей САД у работников обеих групп на 2-й день рабочих циклов



Рис. 4. Динамики показателей ДАД у работников обеих групп на 2-й день рабочих циклов



Рис. 5. Динамики показателей ЧСС у работников обеих групп на 2-й день рабочих циклов

При проведении индивидуального и группового анализа изменения функциональных параметров системы кровообращения с учетом продолжительности рабочих циклов и между сменными периодами отдыха установлена динамика показателя АД в виде неперiodических колебаний различной

амплитуды (лабильность АД). Выявленная лабильность АД является фактором риска развития артериальной гипертензии. При режимах работы, предполагающих наличие циклов из 4-х дней подряд и более, формируется риск развития стабильной АГ с вероятностью осложнений.

Выводы:

1. Установлена тенденция к увеличению уровня АД и учащению ЧСС у подземных горных рабочих при продолжительности рабочего цикла более 3 рабочих дней подряд.

2. Оптимальным рабочим циклом является период, включающий 3 рабочих дня, с перерывами в 2-3 дня. При длительности рабочего цикла более 4 рабочих дней, для полной компенсации утомления требуется перерыв от 5 до 7 дней.

3. Сменные графики работы, практикуемые сегодня, не компенсируют полностью утомления работников, и для нивелирования вредного воздействия на здоровье требуют периодов длительного отдыха в течение года (очередной и дополнительный отпуска), которые нельзя совмещать. Кроме того, в период одного из отпусков, целесообразно проведение медико-профилактических и оздоровительных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Евсеева, М.Е.* Сравнительная оценка разных видов адаптационной защиты миокарда при стрессе / *М.Е. Евсеева, М.Г. Пшеничникова* // Кардиология. 2002. №4. С. 51-54.
2. *Косяченко, Г.Е.* Условия труда и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у горно-рабочих калийных рудников // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. Вып. 5. – Барановичи, 2005. С. 501-505.
3. *Меерсон, Ф.З.* Феномен адаптационной стабилизации структур / *Ф.З. Меерсон, И.Ю. Мальшев.* – М., 1993. 158 с.
4. *Розенблат, В.В.* Проблема утомления. – М.: Медицина, 1975. 134 с.
5. *Wenzel, R.R.* Differential activation of cardiac and peripheral sympathetic nervous system by nifedipine: role of cardiac and peripheral sympathetic nervous system by nifedipine: role of pharmacokinetics / *R.R. Wenzel, G. Allegranza, C. Binggeli et al.* // J. Am. Coll. Cardiol. 1997. V. 29. P. 1607-1614; 10.

THE OPTIMUM WORK MODE FOR POTASH MINES WORKERS

© 2014 D.M. Shlyapnikov¹, E.M. Vlasova¹, P.Z. Shur¹, V.B. Alekseev¹, V.G. Kostarev²

¹ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm

² Department of Rospotrebnadzor in Perm Krai

Data on comparative estimation of functional parameters of cardiovascular system (CVS) and cognitive functions at workers occupied on performance of underground mining operations at various duration of running cycles and the inter-shift periods are submitted. Screening replaceable measurements of the arterial pressure (AP), heart rate (HR), showed that functional indicators remained within admissible physiological values only the first two days of a running cycle. Lasting running cycle more than 3 working days in a row observed a tendency to increase in AP level and increase of heart rate (HR). The expressed lability of AD is risk factor of development of arterial hypertension. At the replaceable schedules of work practiced today inter-shift rest and the days off don't compensate completely exhaustion.

Key words: *occupational risk, functional violations, optimum work mode*

Dmitriy Shlyapnikov, Chief of the Health Risk Analysis Department. E-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru;

Elena Vlasova, Candidate of Medicine, Head of the Occupational Medicine and Professional Pathology Center. E-mail: vlasovaem@fcrisk.ru;

Pavel Shur, Doctor of Medicine, Scientific Secretary. E-mail: shur@fcrisk.ru;

Vadim Alekseev, Doctor of Medicine, Deputy Director on Organization and Methodical Work. E-mail: vadim@fcrisk.ru;

Vitaliy Kostarev, Candidate of Medicine, Chief of the Department for Supervision on Work Conditions. E-mail: vit893@yandex.ru