

Volume 95 • Issue 1 • 2016

ISSN 0016-9900 (Print)  
ISSN 2412-0650 (OnLine)

научно-практический  
журнал

# Гигиена и Санитария

Hygiene & Sanitation (Russian journal)



«ИЗДАТЕЛЬСТВО "МЕДИЦИНА"»

1

Том 95 • 2016

[www.medlit.ru](http://www.medlit.ru)

- Гигиена окружающей среды и населенных мест
- Гигиена труда
- Гигиена детей и подростков
- Гигиена питания
- Методы гигиенических исследований
- Профилактическая токсикология и гигиеническое нормирование
- Методология и практика социально-гигиенического мониторинга

ISSN 0016-9900



9 770016 990008



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Тематический номер, посвященный 20-летию  
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических  
технологий управления рисками здоровью населения»

The thematic issue of the Journal is dedicated to the 20<sup>th</sup> anniversary  
of the foundation of the Federal Budget Institution of Science  
“Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk  
Management Technologies”

ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

PROBLEM SOLVING ARTICLES

Зайцева Н.В., Попова А.Ю., Онищенко Г.Г., Май И.В. Актуальные проблемы правовой и научно-методической поддержки обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации как стратегической государственной задачи..... 5

Zaytseva N.V., Popova A.Yu., Onishchenko G.G., May I.V. Current problems of regulatory and scientific-medical support for the assurance of the sanitary and epidemiological welfare of population in the Russian Federation as the strategic government task

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
И НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

HYGIENE OF THE ENVIRONMENT AND LOCALITIES

Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб..... 10  
Сбоев А.С., Романенко К.В. Анализ влияния хлороорганических соединений, содержащихся в воде сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, на здоровье населения в городах Пермского края..... 14  
Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Сбоев А.С. Медико-профилактические технологии управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания.. 17  
Май И.В., Клейн С.В., Вековщина С.А., Балашов С.Ю. Использование методологии оценки риска при разработке генерального плана городского поселения..... 22  
Никифорова Н.В., Кокоулина А.А., Загороднов С.Ю. Оценка загрязненности воздуха жилых помещений формальдегидом в условиях применения полимерсодержащих строительных и отделочных материалов..... 28

Klein S.V., Vekovshchina S.A., Sboev A.S. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss  
Sboev A.S., Romanenko Ch.V. Analysis of the impact of organochlorine compounds contained in the water network of the domestic water supply on the health of population in cities of the Perm Krai  
Zaytseva N.V., Ustinova O.Yu., Sboev A.S. Medical and preventive technologies for risk management of health problems associated with exposure to environmental factors  
May I.V., Kleyn S.V., Vekovshchina S.A., Balashov S.Yu. The use of the methodology of risk assessment in the elaboration of the general layout of an urban settlement  
Nikiforova N.V., Kokoulina A.A., Zagorodnov S.Yu. Evaluation of indoor air pollution with formaldehyde in conditions of the use of constructional and finish materials with polymeric components

ГИГИЕНА ТРУДА

OCCUPATIONAL HYGIENE

Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М., Костарев В.Г. Методические подходы к комплексному анализу экспозиции и стажа в оценке профессионального риска Алексеев В.Б., Шляпников Д.М., Власова Е.М., Носов А.Е., Лебедева Т.М. Оценка риска и профилактика патологии органов дыхания у работников титаномагниевого производства.. 33  
Носов А.Е., Байдина А.С., Власова Е.М., Алексеев В.Б. Анализ вариабельности ритма сердца при нарушении сердечной деятельности у работников нефтедобывающего предприятия.... 37  
Долгих О.В., Старкова К.Г., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Вариабельность иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды..... 41  
Барг А.О. Особенности поведенческих факторов риска здоровью у работников промышленных предприятий..... 45  
Дубель Е.В., Унгуряну Т.Н. Гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала клинических и параклинических отделений стационара..... 48  
53

Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Lebedeva T.M., Kostarev V.G. Methodological approaches to the integrated evaluation of the exposure and length of service in the occupational risk assessment  
Alekseev V.B., Shlyapnikov D.M., Vlasova E.M., Nosov A.E., Lebedeva T.M. Risk assessment and prevention of respiratory diseases in workers occupied in titanium and magnesium production  
Nosov A.E., Baydina A.S., Vlasova E.M., Alekseev V.B. Analysis of the heart rate variability in cardiac abnormalities in workers employed in oil production  
Dolgikh O.V., Starkova K.G., Kryvtsov A.V., Bubnova O.A. Variability of immunoregulatory and genetic markers in conditions of the combined effects of industrial environmental factors  
Barg A.O. Peculiarities of behavioral risk factors for health in workers of industrial enterprises  
Dubel E.V., Unguryanu T.N. Hygienic assessment of working conditions for medical personnel in clinical and paraclinical departments of the hospital

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

HYGIENE OF CHILDREN AND ADOLESCENTS

Устинова О.Ю., Валина С.Л., Кобякова О.А., Никифорова Н.В., Алексеева А.В. Обоснование оптимальной наполняемости групп дошкольных образовательных организаций общеразвивающей направленности..... 57  
Старкова К.Г., Долгих О.В., Дианова Д.Г., Лебедева Т.М. Иммуномодулирующие эффекты у детей в условиях воздействия стронция при поступлении с питьевой водой..... 63  
Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Палагина Л.Н. Нарушения жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду ненормативного качества..... 66  
Маклакова О.А., Валина С.Л. Кардиореспираторные нарушения у детей дошкольного возраста, ассоциированные с аэрогенным воздействием бензола, фенола и формальдегида..... 70

Ustinova O.Yu., Valina S.L., Kobyakova O.A., Nikiforova N.V., Alekseeva A.V. Rationale for the optimal group occupancy in preschool educational institutions of general enrichment orientation  
Starkova K.G., Dolgikh O.V., Dianova D.G., Lebedeva T.M. Immunomodulatory effects in children in conditions of the exposure to strontium due to intake with drinking water  
Luzhetsky K.P., Maklakova O.A., Palagina L.N. Disorders of lipid and carbohydrate metabolism in children consuming drinking water of a non-normative quality  
Maklakova O.A., Valina S.L. Cardiorespiratory disorders in pre-school aged children associated with aerogenic impact of benzene, phenol and formaldehyde

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

FOOD HYGIENE

Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попов Е.С., Калгина Ю.О., Натарева А.А. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства продуктов глубокой переработки зародышей пшеницы..... 74

Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Popov E.S., Kalgina Yu.O., Natarova A.A. Hygiene aspects and prospects for the domestic production of products of deep processing of wheat germ



11. Ситуационное моделирование изменения риска производственно-обусловленных заболеваний органов дыхания показало, что наиболее эффективными в аспекте профилактики будут технические меры, направленные на снижение концентраций химических веществ до уровня ПДК.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

#### Литература (п.п. 7 см. References)

1. Измеров Н.Ф. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: Гэотар-Медиа; 2011.
2. Петрякина Л.А. Новый подход к лечению заболеваний верхних дыхательных путей при воздействии промышленных аэрозолей. В кн.: *Наука и практика в оториноларингологии. Материалы V Всероссийской конференции оториноларингологов*. М.; 2006: 257–8.
3. *Мировая статистика здравоохранения 2013 г.: ежегодный сборник*. Женева: ВОЗ; 2013.
4. Рослая Н.А., Фомин И.Н., Лихачева Е.И., Рослый О.Ф., Тетюхин В.В. Медицина труда при производстве титановых сплавов. В кн.: *Гигиена: прошлое, настоящее, будущее: научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. Выпуск 1*. М.; 2001: 364–6.
5. Зайцева Н.В., Трусов П.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Чигвинцев В.М., Цинкер М.Ю. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей. *Анализ риска здоровью*. 2013; 1: 15–23.
6. Чучалин А.Г., Бобков Е.В. *Основы клинической диагностики*. 2-е изд. М.: Гэотар-Медиа; 2008.
7. Иванов Н.Г. Вещества раздражающего действия. В кн.: Курляндский Б.А., Филова В.А., ред. *Общая токсикология*. М.: Медицина; 2002: 325–44.
8. Чеботарёв А.Г., Прохоров В.А. Современные условия труда и профессиональная заболеваемость металлургов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2012; 6: 1–7.
9. Прокопенко Л.В., Головкова Н.П., Чеботарёв А.Г. Проблемы оздоровления условий труда, профилактики профессиональных заболеваний на предприятиях ведущих отраслей экономики. *Медицина труда и промышленная экология*. 2012; 9: 6–13.
10. Рослый О.Ф., Лихачева Е.И., Тартаковская Л.Я., Федорук А.А., Ремизов Ю.А., Рослая Н.А. и др. Приоритетные вопросы медицины труда в производств и обработке сплавов цветных металлов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2004; 9: 23–6.

#### References

1. Izmerov N.F. *Occupational Pathology: national guidance [Professional'naya patologiya: natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow: Geotar-Media; 2011. (in Russian)
2. Petryakina L.A. New approach to the treatment of respiratory diseases when exposed to industrial aerosols. In: *Science and Practice in Otorhinolaryngology. Proceedings of the V All-Russian Conference of Otolaryngologists [Nauka i praktika v otorinolaringologii. Materialy V Yserossiyskoy konferentsii otorinolaringologov]*. Moscow; 2006: 257–8. (in Russian)
3. *World Health Statistics, 2013: annual digest [Mirovaya statistika zdavookhraneniya 2013 g.: ezhegodnyy sbornik]*. Geneva: WHO; 2013. (in Russian)
4. Roslaya N.A., Fomin I.N., Likhacheva E.I., Rosly O.F., Tetyukhin V.V. Occupational medicine in the production of titanium alloys. In: *Hygiene: Past, Present, Future: Scientific Works of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene. Issue 1 [Gigiya: proshloe, nastoyashchee, budushchee: nauchnye trudy Federal'nogo nauchnogo tsentra gigieny im. F.F. Erismana. Vypusk 1]*. Moscow; 2001: 364–6. (in Russian)
5. Zaytseva N.V., Trusov P.V., Shur P.Z., Kir'yanov D.A., Chigvinsev V.M., Tsinker M.Yu. Methodological approaches to risk assessment of exposure to diverse environmental factors on the population's health on the base of evolutionary models. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; 1: 15–23. (in Russian)
6. Chuchalin A.G., Bobkov E.V. *Basics of Clinical Recognition [Osnovy klinicheskoy diagnostiki]*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Geotar-Media; 2008. (in Russian)
7. Sanyer J., Jarvis D., Gotschi T., Garcia-Esteban R., Jacquemin B., Aguilera I. et al. Chronic bronchitis and urban air pollution in an international study. *Occup. Environ. Med.* 2006; 63(12): 836–43.
8. Ivanov N.G. Irritating agents. In: Kurlyandskiy B.A., Filova V.A., eds. *General Toxicology [Obshchaya toksikologiya]*. Moscow: Meditsina; 2002: 325–44. (in Russian)
9. Chebotarev A.G., Prokhorov V.A. Contemporary work conditions and occupational morbidity in metallurgists. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2012; 6: 1–7. (in Russian)
10. Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Chebotarev A.G. Problems of more healthy work conditions, occupational diseases prevention on enterprises of major economic branches. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2012; 9: 6–13. (in Russian)
11. Rosly O.F., Likhacheva E.I., Tartakovskaya L.Ya., Fedoruk A.A., Remizov Yu.A., Roslaya N.A. et al. Priority topics of industrial medicine in production and processing of nonferrous metals alloys. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2004; 9: 23–6. (in Russian)

Поступила 11.06.15

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 613.6:612.172.2]:622.323

Носов А.Е., Байдина А.С., Власова Е.М., Алексеев В.Б.

## АНАЛИЗ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА ПРИ НАРУШЕНИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У РАБОТНИКОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ФБУН «Федеральный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь

Снижение вариабельности ритма сердца (ВРС) ассоциируется с повышением смертности у лиц с сердечно-сосудистой патологией. В аспекте негативного воздействия на сердечно-сосудистую систему работников нефтедобычи среди факторов риска рассматривают шум, вибрацию, тяжесть трудового процесса, микроклимат, освещенность, различные химические вещества, присутствующие в воздухе рабочей зоны (сумма различных углеводородов, в том числе ароматические углеводороды, дисульфид серы). Показатели ВРС регистрировали путем суточного холтеровского мониторирования. У работников нефтедобычи со стажем работы от 10 до 20 лет установлено статистически значимое повышение тонуса симпатической нервной системы, характеризующееся снижением рNN50 в 2,2 раза и повышением тонуса блуждающего нерва, характеризующееся увеличением SDANN в 1,4 раза и SDNN в 1,3 раза. Установлена достоверная зависимость вероятности повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы. Данные изменения могут усугублять течение артериальной гипертензии у работников предприятия, что требует проведения мероприятий по первичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: производственные факторы; вариабельность ритма сердца; кардиальный риск; профилактика.

Для цитирования: Носов А.Е., Байдина А.С., Власова Е.М., Алексеев В.Б. Анализ вариабельности ритма сердца при нарушении сердечной деятельности у работников нефтедобывающего предприятия. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 41–45. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-41-45.



Nosov A.E., Baydina A.S., Vlasova E.M., Alekseev V.B.

## ANALYSIS OF THE HEART RATE VARIABILITY IN CARDIAC ABNORMALITIES IN WORKERS EMPLOYED IN OIL PRODUCTION

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation, 614045

*Reduced heart rate variability (HRV) is associated with the elevated mortality rate in patients with cardiovascular disease. Risk factors, in terms of the negative impact on the cardiovascular system of workers of oil production include noise, vibration, the severity of the labor process, climate, lighting, and various chemicals presenting in the working area (the total of various hydrocarbons, including aromatic hydrocarbons, disulfide sulfur). HRV indices were recorded daily by Holter monitoring. Employees with the work experience at oil production from 10 to 20 years were established to have a statistically significant increase in tone of the sympathetic nervous system, characterized by the decline of pNN50 by 2.2 times and the increase of the vagal tone, characterized by an increase in SDANN by 1.4 times and SDNN – by 1.3 times. A significant dependence of the probability of the increasing of the tone of the sympathetic nervous system from work experience was established. Thus, the impact of hazards of oil-producing enterprise is associated with prognostically unfavorable changes in HRV. These changes may exacerbate hypertension in employees, which requires measures for the primary prevention of cardiovascular diseases.*

**Key words:** factors of production; heart rate variability; cardiac risk; prevention.

**For citation:** Nosov A. E., Baydina A. S., Vlasova E. M., Alekseev V. B. Analysis of the heart rate variability in cardiac abnormalities in workers employed in oil production. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2016; 95(1): 41-45. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-41-45.

**For correspondence:** Alexander E. Nosov, E-mail: nosov@fcrisk.ru

Received 11.06.15

В современной клинической практике все большее значение приобретают методы прогнозирования кардиального риска с целью первичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. У работников нефтедобывающей промышленности распространенность артериальной гипертензии (АГ) составляет 43,2%, гиперхолестеринемии – 48,3%, ожирения – 10,4%. [1,2]. В связи с высокой смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний и полиэтиологичностью данной патологии необходим поиск новых методов ранней диагностики кардиоваскулярной патологии. В аспекте негативного воздействия на сердечно-сосудистую систему работников нефтедобычи среди потенциальных факторов риска рассматривают шум, вибрацию, тяжесть трудового процесса, микроклимат, освещенность, различные химические вещества, присутствующие в воздухе рабочей зоны (сумма различных углеводородов, в том числе ароматические углеводороды, дисульфид серы) [1, 2]. Больше внимание уделяют традиционным методам оценки факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у работающего населения, таким как биохимический скрининг, оценка электрокардиограммы, оценка уровня артериального давления.

Одним из методов, позволяющих определить прогноз заболеваемости и смертности при сердечно-сосудистых заболеваниях является анализ вариабельности ритма сердца (ВРС). В качестве одного из патогенетических механизмов высокой заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в настоящее время рассматривают дисфункцию вегетативной нервной системы. Многочисленными исследованиями ранее доказано, что снижение ВРС ассоциируется с повышением смертности у лиц с сердечно-сосудистой патологией [3]. Данные механизмы могут быть оценены с помощью анализа ВРС в ходе суточного мониторинга электрокардиограммы.

Низкая ВРС является маркером многих патологических состояний, в том числе прогностическим показателем, увеличивающим риск смерти. Снижение ВРС ассоциируется с повышенной общей и сердечно-сосудистой смертностью в общей популяции, а также с новыми случаями АГ [4–6], повышенной смертностью у лиц с ишемической болезнью сердца, инфарктом миокарда, хронической сердечной недостаточностью [7, 8]. Предложены крайние значения, выход за границы которых сопряжен с плохим прогнозом и высоким риском смерти в популяции или у больных с сердечно-сосудистой патологией

[3, 9]. Изменения ВРС преимущественно относят к ранним (доклиническим) нарушениям, поэтому оценка вариабельности ритма может приобрести достаточную актуальность в медицине труда для первичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний у работающих, направленной на сохранение профессиональной трудоспособности.

Цель работы – изучить особенности изменений ВРС у работающих в условиях воздействия комплекса вредных факторов нефтедобывающего производства.

### Материалы и методы

Группу наблюдения составили 70 работников нефтедобывающего предприятия с верифицированной АГ, подвергающиеся в процессе работы воздействию комплекса вредных производственных факторов. Группу сравнения составили 40 сотрудников этого же предприятия, страдающие АГ. Основные критерии группы сравнения: отсутствие изучаемых вредных факторов производственной среды; отсутствие факторов, которые могут вызвать схожие ответы с изучаемыми; однородный состав по возрасту и стажу. Средний возраст работников группы наблюдения составил 48,9 ± 12,8 года, группы сравнения – 45,6 ± 11,2 года ( $p > 0,05$ ). В группе наблюдения 65% мужчин и 35% женщин, в группе сравнения 61% мужчин и 39% женщин ( $p > 0,05$ ). Средний стаж в профессии в группе наблюдения 14,2 ± 6,4 года, в группе сравнения 13,4 ± 5,7 года ( $p > 0,05$ ). Средняя длительность заболевания артериальной гипертензией в группе наблюдения 8,3 ± 2,5 года, в группе сравнения 7,8 ± 2,3 года ( $p > 0,05$ ).

На работников нефтедобывающей промышленности по данным карт аттестации рабочих мест воздействуют следующие группы опасных и вредных производственных факторов: физические, химические и психофизиологические. Основными производственными факторами, воздействующими в той или иной мере на работников, являются шум, вибрация, тяжесть труда и химические факторы. Среди химических факторов производственной среды основным и постоянным компонентом являются ароматические углеводороды, которые обладают тропностью к сердечно-сосудистой и нервной (в том числе вегетативному отделу нервной системы) системам; а также прямым и опосредованным негативным действием, изменяя метаболические процессы [10].

Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру проводилось с использованием аппарата Microvit MT-101 и программы MT-200 с оценкой показателей ВРС.

Вариабельность ритма сердца – это изменения длительности интервала R–R ЭКГ (RRI) вследствие влияния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на функцию синусового узла.

**Для корреспонденции:** Носов Александр Евгеньевич, канд. мед. наук, зав. отделением профпатологии ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь, E-mail: nosov@fcrisk.ru



Проблемный комитет Европейского общества кардиологов и Североамериканского общества по электростимуляции и электрофизиологии определил частотные диапазоны для каждого параметра ВРС, выявляемого при кратковременной и долговременной записи ЭКГ. Традиционно при суточном мониторингировании ЭКГ применяется временный и спектральный анализ [3].

Неспектральные, или временные доменные, параметры включают расчетные показатели, которые напрямую не связаны с длительностью отдельного цикла. Этот метод дает простой способ выявления пациентов со сниженной вариабельностью по средней величине и стандартному отклонению интервалов R–R. Для временного анализа используют следующие параметры:

- SDNN – суммарный показатель вариабельности величин интервалов R–R за весь рассматриваемый период;

- SDANN – стандартное отклонение средних значений SDNN из 24-часовых записей;

- SDNNi – среднее значение стандартных отклонений за 5-минутные периоды;

- NN50 – полученное за весь период записи число пар последовательных интервалов NN, различающихся более чем на 50 мс;

- pNN50 – процент NN50 от общего за весь период записи числа последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 мс;

- rMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (нормальных интервалов R–R).

Спектральный анализ ВРС предусматривает разделение обрабатываемой выборки R–R-интервалов на частотные спектры разной плотности. Согласно классической физиологической интерпретации, высокочастотный компонент спектра – (high frequency – HF) отражает прежде всего уровень дыхательной аритмии и парасимпатических влияний на сердечный ритм, низкочастотный компонент (low frequency – LF) – преимущественно симпатические влияния, но парасимпатический тонус также влияет на его формирование. Вычисляют отношение низких компонентов к высокочастотным (LF/HF), что отражает уровень вагосимпатического баланса [3].

Накопление, первичную обработку, анализ и визуализацию информации проводили с использованием стандартных (SAS V 6.04, STATGRAF и др.) и специально разработанных программных продуктов.

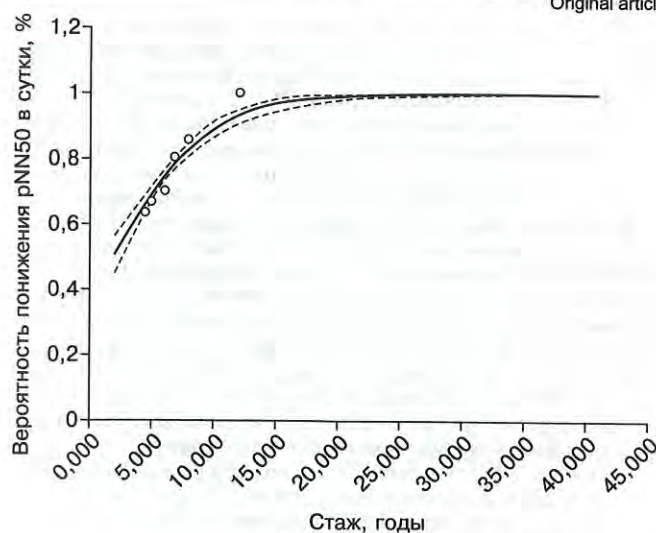
## Результаты

Дисфункция вегетативной нервной системы отражается в нарушении временных характеристик сердечного ритма (снижение ВРС). В группе наблюдения установлено более низкое значение pNN50 среднесуточного ( $6,9 \pm 2,2$  и  $9,2 \pm 2,9\%$  в группах наблюдения и сравнения соответственно,  $p = 0,1$ ), дневного ( $5,6 \pm 1,5$  и  $7,0 \pm 2,7\%$  соответственно,  $p = 0,2$ ) и ночного ( $10,0 \pm 3,8$  и  $14,0 \pm 4,5\%$  соответственно,  $p = 0,1$ ). Данные изменения свидетельствуют о тенденции к повышению тонуса симпатической нервной системы у работников группы наблюдения.

При стаже работы до 10 лет также не выявлено статистически значимых отличий в группах. Однако в группе наблюдения отмечены более низкие значения pNN50 среднесуточного ( $8,7 \pm 2,8$  и  $12,6 \pm 3,3\%$  в группе сравнения соответственно,  $p = 0,3$ ), дневного ( $7,0 \pm 2,1$  и  $8,4 \pm 2,7\%$  соответственно,  $p = 0,6$ ) и ночного ( $12,9 \pm 3,9$  и  $21,2 \pm 6,8\%$  соответственно,  $p = 0,2$ ).

При стаже работы от 11 до 20 лет в группе наблюдения установлено статистически значимое снижение pNN50 в дневное время ( $3,1 \pm 1,04$  и  $6,7 \pm 1,3\%$  в группе сравнения соответственно,  $p < 0,05$ ). Различия между группами по среднесуточному показателю pNN50 были менее значимыми и составили в группе наблюдения  $4,5 \pm 1,5\%$ , а в группе сравнения  $8,2 \pm 2,7\%$  ( $p = 0,08$ ). Ночной pNN50 в группе наблюдения составил  $7,1 \pm 2,5\%$ , а в группе сравнения –  $11,9 \pm 3,8\%$  ( $p = 0,1$ ). Выявлены различия между группами при стаже работы от 10 до 20 лет в ночных показателях ВРС. В группе наблюдения SDANN в ночное время составил  $96,8 \pm 17,7$  мс, в группе сравнения  $68,7 \pm 15,2$  мс,  $p < 0,05$ . В группе наблюдения SDNN в ночное время составил  $117,5 \pm 17,1$  мс, в группе сравнения –  $91,7 \pm 13,8$  мс,  $p = 0,05$ .

При стаже работы более 20 лет характеристики ВРС в обследованных группах не различались.



Зависимость вероятности понижения pNN50 от стажа работы.

При математическом моделировании установлено повышение вероятности снижения pNN50 суточного ( $R^2 = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ) в зависимости от стажа работы (рис. 1).

Таким образом, в группе наблюдения у работников со стажем работы от 10 до 20 лет установлено статистически значимое повышение тонуса симпатической нервной системы, характеризующееся снижением pNN50 в 2,2 раза, и повышение тонуса блуждающего нерва (увеличение SDANN в 1,4 раза и SDNN в 1,3 раза). Установлена достоверная зависимость вероятности повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы.

## Обсуждение

В медицине труда анализ ВРС позволяет выявлять влияние различных химических и физических производственных факторов на вегетативную нервную систему с целью ранней диагностики и первичной профилактики сердечно-сосудистой патологии. Данной проблеме посвящены ряд систематических обзоров и оригинальных исследований, которые позволяют оценивать изменения ВРС в различных профессиональных группах как достоверные и требующие внимания специалистов в области медицины труда [11–13]. В обсуждении приводятся доступные данные литературы о влиянии ряда производственных факторов на ВРС, в связи с чем и было организовано настоящее исследование ВРС у работников нефтедобывающего предприятия.

### Химические факторы

**Взвешенные частицы** (particulate matter, pm). S.R. Magari и соавт. установили, что среднее значение интервала R–R и SDNN снижается у котельщиков в рабочие дни при более чем 4-часовом воздействии  $PM_{2,5}$  [12, 14]. Воздействие высоких концентраций  $PM_{2,5}$  преимущественно из сварочных аэрозолей достоверно ассоциировалось со снижением средних RRI, SDNN, rMSSD. Данный эффект более выражен у лиц, имеющих высокий сердечно-сосудистый риск по сравнению с рабочими с низким риском [15]. В то же время M. Riediker и соавт., изучавшие влияние  $PM_{2,5}$ , образующихся при сгорании топлива, на ВРС у водителей подобного негативного влияния не выявили. Концентрация  $PM_{2,5}$  прямо коррелировала с RRI-SDNN-и HF-компонентом и обратно коррелировала с отношением LF/HF [16]. Загрязнение воздуха  $PM_{2,5}$  ассоциируется с целым рядом патологических состояний, особенно с увеличением количества смертей и госпитализаций в связи с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) [17]. R.D. Brook и соавт. указывают, что воздействие взвешенных в воздухе частиц приводит к снижению SDNN и соответственно снижению ВРС, что может являться предиктором фатальных тахикардий. Установлено, что снижение ВРС обратно пропорционально повышению концентрации химических веществ в воздухе. Однако в одном из исследований отмечали рост показателя rMSSD, который характеризует парасимпатический тонус. Это было отмечено только в группе пациентов с имеющимся ССЗ [18].



**Дисульфид углерода.** По данным А. Bortkiewicz, у мужчин, работающих в условиях воздействия дисульфида углерода, средние RRI, HF и LF после рабочей смены были достоверно ниже в сравнении с контрольной группой [19]. Дисульфид углерода оказывает токсический эффект на сердечно-сосудистую и вегетативную нервную системы, при этом данный эффект сохраняется и после прекращения экспозиции дисульфида углерода. Изменения ВРС при воздействии данного промышленного токсиканта могут объяснять повышенную смертность от инфаркта миокарда у работников, подвергающихся воздействию дисульфида углерода, по отношению к общей популяции [20].

В настоящее время имеется достаточно данных о том, что загрязнение атмосферного воздуха химическими токсикантами промышленного происхождения влияет на электрофизиологические процессы в миокарде человека. В группах пациентов, подвергающихся воздействию химических факторов среды обитания, регистрируют достоверно большее количество наджелудочковых и желудочковых нарушений ритма, в том числе у пациентов с установленным кардиовертером-дефибриллятором. Риск смерти от фатальных аритмий повышается в течение 7 дней после воздействия  $PM_{10}$ . Лежащие в основе данных эффектов механизмы не до конца ясны, но предполагают влияние химических токсикантов на вегетативную нервную систему (легочная рефлекторная дуга), непосредственное действие на ионные каналы клеток и активацию системных воспалительных реакций [21].

#### Физические факторы

**Вибрация.** У работников с диагностированной вибрационной болезнью, по сведениям M.S. Laskar и соавт., статистически значимо снижены HF- и LF-компоненты, а также SDNN и rMSSD по отношению к группе сравнения [22]. По данным Н. Sakakibara и соавт., у пациентов с вибрационной болезнью отношение LF/HF достоверно возросло во время погружения кистей в холодную воду (10 °С), что не наблюдалось у здоровых добровольцев [23].

**Охлаждающий микроклимат.** По данным А. Bortkiewicz и соавт., параметры ВРС не отличаются у работающих в различных микроклиматических условиях (от -26 до 20°С) [24].

Публикации, касающиеся изменений ВРС у работников нефтедобычи, в отечественной и зарубежной литературе практически отсутствуют. В диссертационном исследовании Э.Р. Уразаевой выявлено достоверное снижение всех показателей ВРС у бурильщиков. Выявлены снижение суммарного абсолютного уровня активности регуляторных систем, доминирующая активность очень низких частот, преобладание мощности низкочастотного диапазона над высокочастотным, а также более ригидный циркадный индекс по сравнению с контролем. У обследованных отмечено статистически значимое снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в спектре сердечного ритма. Снижение тонуса парасимпатического отдела более выражено в группе бурильщиков [1].

#### Выводы

1. Анализ ВРС у рабочих предприятия нефтедобычи позволяет с высокой вероятностью выявлять признаки дисфункции вегетативной нервной системы, которая является предиктором кардиоваскулярной патологии.

2. У работников нефтедобычи со стажем работы от 10 до 20 лет установлено статистически значимое повышение тонуса симпатической нервной системы, характеризующееся снижением рNN50 в 2,2 раза и повышение тонуса блуждающего нерва, характеризующееся увеличением SDANN в 1,4 раза и SDNN в 1,3 раза. Установлена достоверная зависимость вероятности повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы. Вероятность повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы может быть следствием возрастных изменений, однако не является типичным инволютивным процессом и требует дальнейшего изучения на большей когорте обследуемых с оценкой всех возможных факторов риска.

3. Результаты проведенного исследования дают возможность рекомендовать оценку ВРС с помощью суточного мониторинга ЭКГ на этапе углубленного дообследования рабочих после скринингового выявления факторов риска.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

#### Литература (п.п. 4–9, 11–24 см. References)

1. Уразаева Э.Р. Клинико-функциональная характеристика сердечно-сосудистой системы у работников нефтедобывающей промышленности: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Уфа; 2007.
2. Уразаева Э.Р. Состояние сердечно-сосудистой системы у рабочих нефтедобывающей промышленности. В кн.: *Проблемы гигиенической безопасности и управления факторами риска для здоровья населения. Материалы научно-практической конференции.* Нижний Новгород; 2004: 301–3.
3. Макаров Л.М., Комолятова В.Н., Куприянова О.О., Первова Е.В., Рябыкина Г.В., Соболев А.В. и др. Национальные Российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике. *Российский кардиологический журнал.* 2014; 2 (106): 6–71.
10. Зубарев А.Ю. Гигиеническая оценка воздействия химических факторов риска на сердечно-сосудистую систему и организация профилактической модели амбулаторно-поликлинической помощи: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Пермь; 2009.

#### References

1. Urazaeva E.R. *Clinical and Functional Characteristics of the Cardiovascular System in the Oil Industry Workers:* Diss. Ufa; 2007. (in Russian)
2. Urazaeva E.R. Condition of the cardiovascular system in the oil industry workers. In: *Problems Hygienic Safety and Risk Management for Public Health. Proceedings of the Conference [Problemy gigenicheskoy bezopasnosti i upravleniya faktorami riska dlya zdorov'ya naseleniya. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii].* Nizhny Novgorod; 2004: 301–3. (in Russian)
3. Makarov L.M., Komolyatova V.N., Kupriyanova O.O., Pervova E.V., Ryabykina G.V., Sobolev A.V. et al. Russian national recommendations on the use of Holter monitoring technique in clinical practice. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal.* 2014; 2 (106): 6–71. (in Russian)
4. Dekker J.M., Schouten E.G., Klootwijk P., Pool J., Swenne C.A., Kromhout D. Heart rate variability from short electrocardiographic recordings predicts mortality from all causes in middle-aged and elderly men. The Zutphen Study. *Am. J. Epidemiol.* 1997; 145(10): 899–908.
5. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996; 93(5): 1043–65.
6. Tsuji H., Venditti F.J.Jr, Manders E.S., Evans J.C., Larson M.G., Feldman C.L. et al. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. The Framingham Heart Study. *Circulation.* 1994; 90(2): 878–83.
7. Bigger J.T., Fleiss J.L., Steinman R.C., Rolnitzky L.M., Kleiger R.E., Rottman J.N. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. *Circulation.* 1992; 85(1): 164–71.
8. Nolan J., Batin P.D., Andrews R., Lindsay S.J., Brooksby P., Mullen M. et al. Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: results of the United Kingdom heart failure evaluation and assessment of risk trial (UK-heart). *Circulation.* 1998; 98: 1510–16.
9. Umetani K., Singer D.H., McCraty R., Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998; 31 (3): 593–601.
10. Zubarev A.Yu. *Hygienic Assessment of Exposure to Chemical Risk factors on the Cardiovascular System and the Organization of the Preventive Model of Outpatient Care:* Diss. Perm'; 2009. (in Russian)
11. Gold D.R., Litonjua A., Schwartz J., Lovett E., Larson A., Nearing B. et al. Ambient pollution and heart rate variability. *Circulation.* 2000; 101(11): 1267–73.
12. Magari S.R., Hauser R., Schwartz J., Williams P.L., Smith T.J., Christiani D.C. Association of heart rate variability with occupational and environmental exposure to particulate air pollution. *Circulation.* 2001; 104(9): 986–91.



13. Togo F., Tahahashi M. Heart rate variability in occupational health – a systematic review. *Ind. Health*. 2009; 47(6): 589–602.
14. Magari S.R., Schwartz J., Williams P.L., Hauser R., Smith T.J., Christiani D.C. The association of particulate air metal concentrations with heart rate variability. *Environ. Health Perspect.* 2002; 110(9): 875–80.
15. Chen J.C., Stone P.H., Verrier R.L., Nearing B.D., MacCallum G., Kim J.Y. et al. Personal coronary risk profiles modify autonomic nervous system responses to air pollution. *J. Occup. Environ. Med.* 2006; 48(11): 1133–42.
16. Riediker M., Cascio W.E., Griggs T.R., Herbst M.C., Bromberg P.A., Neas L. et al. Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2004; 169(8): 934–40.
17. Samet J.M., Dominici F., Curriero F.C., Coursac I., Zeger S.L. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities 1987–1994. *N. Engl. J. Med.* 2000; 343(24): 1742–9.
18. Brook R.D., Franklin B., Cascio W., Hong Y., Howard G., Lipsett M. et al. Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation*. 2004; 109(21): 2655–71.
19. Bortkiewicz A., Gadzicka E., Szymczak W. Heart rate variability in workers exposed to carbon disulfide. *J. Auton. Nerv. Syst.* 1997; 66 (1–2): 62–8.
20. Vanhoorne M., De Bacquer D., De Backer G. Epidemiological study of the cardiovascular effects of carbon disulphide. *Int. J. Epidemiol.* 1992; 21(4): 745–52.
21. Peters A., Liu E., Verrier R.L., Schwartz J., Gold D.R., Mittleman M. et al. Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia. *Epidemiology*. 2000; 11(1): 11–7.
22. Laskar M.S., Harada N. Assessment of autonomic nervous activity in hand-arm vibration syndrome patients using time- and frequency-domain analyses of heart rate variation. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 1999; 72(7): 462–8.
23. Sakakibara H., Luo J., Zhu S.K., Hirata M., Abe M. Autonomic nervous activity during hand immersion in cold water in patients with vibration-induced white finger. *Ind. Health*. 2002; 40(3): 254–9.
24. Bortkiewicz A., Gadzicka E., Szymczak W., Szyjewska A., Koszarda-Włodarczyk W., Makowiec-Dabrowska T. Physiological reaction to work in cold microclimate. *Int. J. Occup. Environ. Health*. 2006; 19(2): 123–31.

Поступила 11.06.15

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 613.6:616-092:612.017.1.6.05

Долгих О.В.<sup>1,2</sup>, Старкова К.Г.<sup>1</sup>, Кривцов А.В.<sup>1</sup>, Бубнова О.А.<sup>1,2</sup>

## ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ИММУНОРЕГУЛЯТОРНЫХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

Выполнена идентификация маркеров иммунного статуса и генетического полиморфизма у работающих калийного горнодобывающего предприятия на фоне воздействия производственных факторов комбинированной природы. Установлено угнетение показателей фагоцитоза, продукции сывороточных IgG и IgM, дефицит медиаторов иммунной и эндотелиальной регуляции интерлейкина-17, VEGF, GAD1 и GAS6. Выявленные нарушения ассоциированы с негативной генетической фиксацией по ключевым полиморфизмам, отвечающим за детоксикацию первой и второй фазы, нейроиммунную регуляцию, состояние эндотелия сосудов и апоптоз за счет как гетерозиготного, так и гомозиготного вариантов генотипов генов цитохрома (CYP1A1), сульфотрансферазы (SULT1A1), толлподобного рецептора (TLR4), фактора некроза опухоли (TNF), эндотелиального фактора роста (VEGFA).

Ключевые слова: производственные факторы; иммунная регуляция; генетический полиморфизм.

**Для цитирования:** Долгих О.В., Старкова К.Г., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Вариабельность иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 45–48. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-45-48.

Dolgikh O.V.<sup>1,2</sup>, Starkova K.G.<sup>1</sup>, Kryvtsov A.V.<sup>1</sup>, Bubnova O.A.<sup>1,2</sup>

### VARIABILITY OF IMMUNOREGULATORY AND GENETIC MARKERS IN CONDITIONS OF THE COMBINED EFFECTS OF INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL FACTORS

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”, Perm, Russian Federation, 614045; <sup>2</sup>Perm State National Research University, Perm, Russian Federation, 614990

The study of the immune status markers and characteristics of genetic polymorphism in potash mining workers under the impact of combined industrial factors was performed. We showed the inhibition of phagocytosis and production of serum IgG and IgM, the deficiency of mediators of the immune and endothelial regulation of interleukin-17, VEGF, GAD1 and GAS6. The revealed changes are associated with the negative genetic fixation of key polymorphisms responsible as well for the detoxification of the first and second phase of the neuro-immune regulation, the state of the vascular endothelium and apoptosis, as both due to heterozygous and due to the homozygous variant genotypes of genes of cytochrome (CYP1A1), Sulfotransferase (SULT1A1), toll-like receptor (TLR4), tumor necrosis factor (TNF), endothelial growth factor (VEGFA)

Key words: industrial factors; immune regulation; genetic polymorphism.

**For citation:** Dolgikh O.V., Starkova K.G., Kryvtsov A.V., Bubnova O.A. Variability of immunoregulatory and genetic markers in conditions of the combined effects of industrial environmental factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2016; 95(1): 45–48. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-45-48.

**For correspondence:** Oleg V. Dolgikh, E-mail: oleg@fcrisk.ru

Received 13.06.15