

## References

1. *World report on cancer [Vsemirnyy doklad o rakovykh zabolevaniyakh]*. [Elektronnyy resurs]. 2014. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/ru/> (Accessed 02.09.2017) (in Russian)
2. De Martel C., Ferlay J., Franceschi S., Vignat J., Bray F., Forman D. et al. Global burden of cancers attributable to infections in 2008: a review and synthetic analysis. *Lancet Oncol.* 2012; 13(6): 607-15.
3. WHO. *Global status report on NCDs 2014*. Geneva: World Health Organization; 2014.
4. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Malignancies in Russia in 2015 (morbidity and mortality) [Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2015 godu (zabolevaemost' i smertnost')]*. Moscow: MNIIO im. P.A. Gertsena, filial FGBU «NMIRTS» Minzdrava Rossii; 2017. (in Russian)
5. Ogino S., Chan A.T., Fuchs C.S., Giovannucci E. Molecular pathological epidemiology of colorectal neoplasia: an emerging transdisciplinary and interdisciplinary field. *Gut.* 2011; 60(3): 397-411.
6. de Jong A.E., Morreau H., Nagengast F.M., Mathus-Vliegen E.M., Kleibeuker J.H., Griffioen G. et al. Prevalence of adenomas among young individuals at average risk for colorectal cancer. *Am. J. Gastroenterol.* 2005; 100(1): 139-43.
7. Ogino S., Shima K., Meyerhardt J.A., McCleary N.J., Ng K., Hollis D. et al. Predictive and prognostic roles of BRAF mutation in stage III colon cancer: results from intergroup trial CALGB 89803. *Clin. Cancer Res.* 2012; 18(3): 890-900.
8. Sjo O.H., Berg M., Merok M.A., Kolberg M., Svindland A., Lothe R.A. et al. Peritoneal carcinomatosis of colon cancer origin: highest incidence in women and in patients with right-sided tumors. *J. Surg. Oncol.* 2011; 104(7): 792-7.
9. Lagergren J., Ye W., Ekblom A. Intestinal cancer after cholecystectomy: is bile involved in carcinogenesis? *Gastroenterology.* 2001; 121(3): 542-7.
10. Wolin K.Y., Yan Y., Colditz G.A., Lee I.M. Physical activity and colon cancer prevention: a meta-analysis. *Br. J. Cancer.* 2009; 100(4): 611-6.
11. Ballard-Barbash R., Friedenreich C.M., Courneya K.S., Siddiqi S.M., McTiernan A., Alfano C.M. Physical activity, biomarkers, and disease outcomes in cancer survivors: a systematic review. *J. Natl. Cancer Inst.* 2012; 104(11): 815-40.
12. Chan A.T., Giovannucci E.L. Primary prevention of colorectal cancer. *Gastroenterology.* 2010; 138(6): 2029-43.
13. Sanchez N.F., Stierman B., Saab S., Mahajan D., Yeung H., Francois F. Physical activity reduces risk for colon polyps in a multiethnic colorectal cancer screening population. *BMC Res. Notes.* 2012; 5: 312.

Поступила 26.01.18  
Принята к печати 15.02.18

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 613.63: 614.71: 612.12.129

Журба О.М., Шаяхметов С.Ф., Алексеенко А.Н., Меринов А.В., Дорогова В.Б.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОМАРКЕРА ЭКСПОЗИЦИИ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ У РАБОЧИХ ПРОИЗВОДСТВ ВИНИЛ- И ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-биологических исследований», 665827, Ангарск, Россия

Представлены результаты количественного содержания хлорорганических соединений (винилхлорид, 1,2-дихлорэтан) в цельной крови и их метаболита тиодиацетической кислоты (ТДУК) в моче у работников производств винил- и поливинилхлорида. Исследования проводились в 2 этапа: на первом этапе обследовались 65 работников во время периодического медицинского осмотра, на втором – 10 работников основных профессий (аппаратчики газоразделения и полимеризации, чистильщики) в динамике 12-часовых рабочих смен. Выборку составили лица, регулярно сдававшие биопробы перед началом рабочей смены, после её окончания и на следующий день перед рабочей сменой. Цель исследования – оценка содержания хлорорганических соединений в организме работников производства винил- (ВХ) и поливинилхлорида (ПВХ). Исследования проводились по разработанному методикам в лаборатории на газовом хроматографе Agilent 7890А с пламенно-ионизационным детектором, состыкованным с парофазным пробоотборником Agilent 7694Е; на газовом хроматографе Agilent 7890А с масс-селективным детектором Agilent 5975С. Выявлены статистически значимые различия содержания ТДУК в моче у работников и лиц контрольной группы, её зависимость от уровней воздействия токсикантов, вида производства и занимаемой профессии, продолжительности постконтактного периода. Установлено, что средние значения содержания ТДУК в моче работников цеха по получению ВХ достоверно в 2,57 раза выше, чем у работников цеха получения ПВХ. Средние концентрации ТДУК в моче работников этих цехов были в 5,0 и 19,9 раза выше, чем в контрольной группе ( $0,27 \pm 0,02$  мг/дм<sup>3</sup>). У группы аппаратчиков содержание ТДУК в моче достоверно в 2 раза выше, чем у работников группы вспомогательных профессий. Наибольший процент проб мочи, превышающий уровни ТДУК в контрольной группе, отмечался среди аппаратчиков – 84,8%, в группе работников вспомогательных профессий он составил 75,0%. Повышенные уровни экскреции ТДУК с мочой отмечались в процессе работы через 12 часов после окончания рабочей смены, перед началом следующей смены и в период медосмотра через 24 ч. после прекращения контакта с токсикантами, что может являться оптимальным временем сбора проб мочи при проведении биомониторинговых исследований.

Ключевые слова: винилхлорид; производство поливинилхлорида; тиодиацетическая кислота; газовая хроматография; биологические среды.

**Для цитирования:** Журба О.М., Шаяхметов С.Ф., Алексеенко А.Н., Меринов А.В., Дорогова В.Б. Исследование биомаркера экспозиции хлорорганических соединений у рабочих производств винил- и поливинилхлорида. *Гигиена и санитария.* 2018; 97(2): 160-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-2-160-164>

**Для корреспонденции:** Журба Ольга Михайловна, канд. биол. наук, зав. лаб. аналитической экотоксикологии и биомониторинга, ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск. E-mail: labchem99@gmail.com

Zhurba O.M., Shayakhmetov S.F., Alekseyenko A.N., Merinov A.V., Dorogova V.B.

### RESEARCH OF THE BIOMARKER OF THE EXPOSURE TO ORGANOCHLORINE COMPOUNDS IN EMPLOYEES OF THE VINYL CHLORIDE AND POLYVINYL CHLORIDE MANUFACTURE.

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation

This article presents results of the quantitative assessment of the blood content of organochlorine compounds (vinyl chloride, 1,2-dichloroethane) and its metabolite thiodiacetic acid (TDAA) in the urine of workers of the production of vinyl chloride (VC) and polyvinyl chloride (PVC). The studies were executed in two phases: in the first phase, 65 persons were surveyed at the time of the periodic medical examination, at the second phase - 10 workers of basic

professions (apparatchiks of gas separation and polymerization and cleaners) were observed in the dynamics of 12-hour shifts. The sample consisted of persons, who regularly passed bioassay test before the work shift, and after the shift and the next day before the shift. The purpose of the study was the evaluation of the content of chlorinated hydrocarbons in the organism of workers of VC and PVC productions. The studies were conducted using the methods developed in our laboratory with using a gas chromatograph Agilent 7890A with a flame ionization detector, docked with the Headspace Sampler Agilent 7694E and gas chromatograph Agilent 7890A with a Mass Selective Detector Agilent 5975C. Statistically significant differences in TDAA urine content were found between workers and cases from the control group. There was detected its dependence on the levels of as well exposure to toxic substances, the production, and occupation, as the duration of the post-exposure period. The average value of the urine content of TDAA in workers of the workshop of VC production authentically was shown to be 2.57 times higher than in workers of the workshop of the PVC production. The average urine concentration of TDAA in workers of both workshops were 5.0 and 19.9 times higher than in cases from the control group ( $0.27 \pm 0.02 \text{ mg/dm}^3$ ). The urine TDAA content in panmen was authentically 2 times higher than in workers from the group of the subsidiary occupations. It should be noted that the largest percentage of urine samples with exceeding TDAA levels in the control group - 84.8% was observed in panmen, in the group of auxiliary occupation the percentage of these samples amounted to 75.0%. Increased levels of the urinary TDAA excretion was observed during the work after 12 hours after the end of the shift, before starting the next shift period and during a medical examination 24 hours after the cessation of the exposure to toxicants, which may be the optimal time urine collection during biomonitoring studies.

**Key words:** vinyl chloride; PVC production; thiodiacetic acid; gas chromatography; biological fluids.

**For citation:** Zhurba O.M., Shayakhmetov S.F., Alekseyenko A.N., Merinov A.V., Dorogova V.B. Research of the biomarker of the exposure to organochlorine compounds in employees of the vinyl chloride and polyvinyl chloride manufacture. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(2): 160-164. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-2-160-164>

**For correspondence:** Olga M. Zhurba, MD, Ph.D., head of the Laboratory of analytical ecotoxicology and biomonitoring of the East-Siberian Institution of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation. E-mail: zhurba99@gmail.com

**Information about authors:**

Zhurba O.M., <https://orcid.org/0000-0002-9961-6408>; Shayakhmetov S.F., <https://orcid.org/0000-0001-8740-3133>; Merinov A.V., <https://orcid.org/0000-0001-7848-6432>; Dorogova V.B., <https://orcid.org/0000-0001-9693-5860>.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

Received: 10 March 2017

Accepted: 05 July 2017

Среди множества выпускаемой промышленностью химической продукции, винилхлорид (ВХ) и поливинилхлорид (ПВХ) являются самыми важными и широко используемыми в химической индустрии соединениями, производство которых во всём мире непрерывно растёт, как и количество задействованных в нём работников [1]. Для современных крупнотоннажных производств ВХ и ПВХ наиболее характерна санитарно-гигиеническая обстановка, при которой имеется продолжительное воздействие относительно невысоких концентраций преимущественно ВХ и 1,2-дихлорэтана (1,2-ДХЭ) от 1,2 до 5,5 ПДК [2]. В этих условиях большое значение имеют идентификация и оценка содержания токсикантов или их метаболитов в биологических материалах организма (кровь, моча) с целью определения величины экспозиции и оценки риска для здоровья [3, 4].

ВХ и 1,2-ДХЭ являются политропными токсикантами, оказывающими мутагенное, канцерогенное, гепатотропное, психотропное, нейротоксическое и раздражающее действие на организм [5, 6]. Известно, что в организме ВХ и 1,2-ДХЭ быстро биотрансформируются, преимущественно ферментами печени, образуя реактивные метаболиты, основными из которых являются хлорацетальдегид, монохлоруксусная и ТДУК. ВХ поступает быстро в организм до тех пор, пока не достигнет концентрации в крови в равновесии с концентрацией вдыхаемого ВХ [7, 8]. С использованием меченого  $\text{C}^{14}$  ВХ выявлено, что 95% его выводится из организма в течение 24 часов, 5% – в последующие трое суток [9, 10]. Установлено, что у рабочих, подвергавшихся воздействию ВХ, наблюдается дозозависимая экскреция его метаболита – ТДУК в мочу [11]. Кроме этого, основываясь на результатах экспериментальных исследований, авторами этой статьи было отмечено, что именно ТДУК может являться биомаркером экспозиции ВХ и 1,2-ДХЭ, так как после воздействия на организм усиливается её экскреция в мочу, которая у животных составляет 50 – 68% от всех образующихся метаболитов. Для оценки степени опасности воздействия хлорорганических соединений на организм на рабочем месте целесообразно проведение биологического мониторинга с определением

концентраций метаболита ТДУК в моче у экспонированных работников.

Целью исследования явилась оценка содержания хлорорганических соединений в организме работников производства ВХ и ПВХ.

## Материал и методы

В качестве объектов исследования были выбраны работники основной профессиональной группы (аппаратчики газоразделения и полимеризации, чистильщики) и группы вспомогательных профессий (слесари-ремонтники, слесари КИП, мастера смены) крупнотоннажного предприятия по производству ВХ и ПВХ. Все исследования проводились в 2 этапа. На первом этапе взятие цельной крови и сбор проб мочи для биологического мониторинга осуществлялись при проведении периодического медицинского осмотра у 65 работников (средний возраст  $45,1 \pm 1,2$  года, стаж  $18,7 \pm 0,8$  лет) на базе ведомственной поликлиники предприятия. Интервал между последним временем контакта работников с токсикантами и отбором биопробы составлял от 15 до 64 ч. На втором этапе исследования проводились у 10 работников в связной выборке в динамике трех 12-часовых рабочих смен. Выборку составили практически здоровые лица основных профессий (средний стаж  $7,1 \pm 1,5$  года, возраст  $34,5 \pm 2,2$  года), не злоупотребляющих алкоголем, курением и регулярно сдающих биопробы перед началом рабочей смены, после её окончания и на следующий день перед рабочей сменой. Собранные пробы мочи доставлялись в лабораторию в контейнерах в охлаждённом состоянии, где хранились при  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  до проведения анализа. Полученные результаты оценивались относительно контрольной группы, которую составили 34 человека, не работающие на данном предприятии и не подвергавшиеся воздействию хлоруглеводородов.

Исследование осуществлялось на газовом хроматографе Agilent 7890A с пламенно-ионизационным детектором, состыкованным с парофазным пробоотборником Agilent 7694E; газовом хроматографе Agilent 7890A с масс-селективным детектором Agilent 5975C. Определение ТДУК в моче проводи-

## Содержание ТДУК в моче работников производства ВХ и ПВХ

Показатель	Производство		Профессиональные группы	
	ВХ (n = 22)	ПВХ (n = 43)	Основные профессии (аппаратчики) (n = 33)	Вспомогательные профессии (n = 32)
Концентрации ТДУК в моче работников $M \pm m$ (min–max), мг/дм <sup>3</sup>	3,4 ± 0,94* (0,18 – 13,29)	1,36 ± 0,45* (0,07 – 19,12)	2,76 ± 0,66** (0,12 – 13,29)	1,38 ± 0,6** (0,07 – 19,2)
Доля проб, превышающих уровни ТДУК контрольной группы (0,27 ± 0,02 мг/дм <sup>3</sup> ), %	90,9	74,4	84,8	75,0

Примечание. \*, \*\* – различия статистически значимы при  $p < 0,05$ .

лось по разработанной авторами этой статьи методике (Свидетельство № 88-16374-056-01.00076 – 2014), ВХ в крови – методом газохроматографического анализа равновесного пара [12]. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы Statistica 6.1. с использованием непараметрического критерия Краскела – Уоллеса, критерием Манна – Уитни с поправкой Бонферрони и без неё; был использован одновыборочный критерий Вилкоксона и парный t-критерий Стьюдента. Проверка нормальности распределения количественных показателей выполнялась с использованием критерия Шапиро – Уилкса.

Работа не ущемляла права и не подвергала опасности благополучие обследованных работников в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», с поправками 2000 года, и «Правилами клинической практики в РФ», утверждёнными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г.

## Результаты и обсуждение

Анализ результатов содержания хлорсодержащих углеводородов в организме работников показал, что средние концентрации ВХ в цельной крови у работников цехов получения ВХ и ПВХ составляли соответственно 0,15 ± 0,01 мг/дм<sup>3</sup> и 0,16 ± 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, и практически не различались между собой. Содержание 1,2-ДХЭ в крови у работников данных производств было в среднем 2,1-2,2 раза выше, чем ВХ ( $p$

< 0,05). При этом уровни содержания 1,2-ДХЭ у работников ВХ и ПВХ также не отличались друг от друга (0,33 ± 0,03 и 0,34 ± 0,04 мг/дм<sup>3</sup> соответственно).

Полученные данные свидетельствуют о менее выраженном содержании ВХ и 1,2-ДХЭ в пробах крови, проходивших медосмотр работников, что, возможно, связано с быстрой элиминацией летучих хлорорганических соединений (период полувыведения 4 – 8 ч.) из крови и превращением их в метаболиты, а также относительно невысокими их концентрациями (максимально от 1,2 до 5,5 ПДК) на рабочих местах. Следует также отметить, что одновременно с процессом разрушения углеводородов в организме протекает процесс связи их «обломков» с тиоловыми радикалами тканей и образования комплекса реактивных алкилирующих метаболитов, в частности, ТДУК, которая постепенно выводится из организма [7 – 9].

На основании данных биологического мониторинга установлено, что средние значения содержания ТДУК в моче работников цеха по получению ВХ были достоверно в 2,57 раза выше, чем в моче работников цеха получения ПВХ (табл. 1). Кроме того, средние концентрации ТДУК в моче работников данных цехов были в 5,0 и 19,9 раза выше, чем в контрольной группе (0,27 ± 0,02 мг/дм<sup>3</sup>). Также среди работников цеха получения ВХ отмечалась большая доля проб мочи (90,9%), превышающих контрольные уровни, чем среди работников цеха получения ПВХ (74,4%).

Оценка результатов ТДУК в моче у работников ВХ и ПВХ в зависимости от профессиональной принадлежности показала, что средние концентрации данного метаболита в моче основной группы профессии (аппаратчиков) были в 2 раза выше, чем у работников группы вспомогательных профессий ( $p < 0,05$ ). Следует отметить, что наибольший процент проб мочи, превышающий уровни ТДУК в контрольной группе, отмечался среди аппаратчиков – 84,8%, в группе работников вспомогательных профессий он составил 75,0%.

Сравнение данных содержания ТДУК в моче у аппаратчиков цехов ВХ и ПВХ показало, что среднегрупповой уровень метаболита у аппаратчиков цеха по производству ВХ был в 3,21 раза выше, чем у аппаратчиков цеха по производству ПВХ (3,79 ± 1,02 и 1,18 ± 0,28 мг/дм<sup>3</sup> соответственно, ( $p < 0,05$ )). Процент проб мочи, превышающий уровни ТДУК в контроле, также был наибольшим у аппаратчиков производства ВХ (90 против 77%).

Таким образом, экскреция ТДУК с мочой у работников цехов получения ВХ и ПВХ имеет дозозависимый характер: уровни содержания в моче были статистически значимо выше у работников производства ВХ и основной группе профессий (аппаратчиков), испытывающих более высокие уровни воздействия токсикантов. В ранее выполненных исследованиях [13, 14] показано, что у работников, подвергавшихся воздействию ВХ в концентрациях более 5 мг/м<sup>3</sup>, уровни ТДУК достигали своего наибольшего значения на следующий день перед началом рабочей смены, через 24 часа после начала воздействия (или через 12 часов после окончания контакта с токсикантами).

В связи с этим авторы статьи проанализировали изменения количественных характеристик ТДУК в моче у пришед-

Таблица 2

## Содержание ТДУК в моче работников производства ВХ и ПВХ по профессиональной принадлежности в зависимости от времени постконтактного периода

Постконтактный период, ч	Концентрация ТДУК в моче работников, $M \pm m$ (min – max), мг/дм <sup>3</sup>	% проб, превышающих контрольные уровни, (0,27 ± 0,02 мг/дм <sup>3</sup> )
Аппаратчики		
16 – 17 (n = 6)	0,96 ± 0,29 (0,56 – 2,39)	100
24 (n = 17)	2,44 ± 0,92 (0,18 – 13,29)	82,4
48 (n = 10)	4,38 ± 1,4 (0,12 – 11,83)	80
Вспомогательные профессии		
15 – 17 (n = 17)	0,8 ± 0,19** (0,18-2,76)	71,4
24 (n = 12)	2,17 ± 1,26* (0,26-19,12)	93,3
41 – 64 (n = 3)	0,15 ± 0,06*, ** (0,07-0,26)	-

Примечание. \*, \*\* – различия статистически значимы при  $p < 0,017$ .

Динамика экскреции ТДУК с мочой у рабочих цеха по получению ПВХ до и после смены

Проф. группа	Концентрация ТДУК в моче работников: $M \pm m$ (min-max), мг/дм <sup>3</sup> , процент проб, превышающих уровни ТДУК контрольной группы ( $0,27 \pm 0,02$ мг/дм <sup>3</sup> )					
	первая смена (дневная)		вторая смена (дневная)		третья смена (ночная)	
	Перед началом (после 3-дневных выходных)	После окончания (через 12 ч работы)	Перед началом (после 12 ч отдыха)	После окончания (через 12 ч работы)	Перед началом (после 2-дневных выходных)	После окончания (через 12 ч работы)
Все работники (n = 10)	0,41 ± 0,06 (0,20 – 0,77) 60%	0,52 ± 0,13* (0,12 – 1,32) 60%	1,21 ± 0,17* (0,55 – 2,46) 100%	0,78 ± 0,16 (0,3 – 1,8) 100%	0,39 ± 0,08 (0,1 – 0,86) 60%	1,01 ± 0,12• (0,27 – 1,68) 90%
В том числе:						
Аппаратчики (n = 6)	0,30 ± 0,04 (0,20 – 0,42) 33,3%	0,67 ± 0,2** (0,12 – 1,32) 66,7%	1,40 ± 0,26** (0,55 – 2,46) 100%	0,9 ± 0,26 (0,35 – 1,8) 100%	0,27 ± 0,03 (0,15 – 0,34) 50%	1,08 ± 0,2•• (0,27 – 1,68) 83,3%
чистильщики (n = 4)	0,59 ± 0,1 (0,31 – 0,77) 100%	0,30 ± 0,04*** (0,23 – 0,4) 50%	0,94 ± 0,1*** (0,77 – 1,15) 100%	0,61 ± 0,12 (0,3 – 0,82) 100%	0,57 ± 0,17 (0,1 – 0,86) 75%	0,90 ± 0,07 (0,71 – 1,01) 100%

Примечание. \*, •, \*\*, ••, \*\*\* – различия статистически значимы при  $p < 0,05$ .

ших на медосмотр работников в зависимости от длительности времени после окончания контакта с токсикантами (табл. 2). Оказалось, что у работников с увеличением времени постконтактного периода наблюдалось нарастающее повышение (в 2,5 – 4,5 раза) экскреции ТДУК с мочой в среднем до  $4,38 \pm 1,4$  мг/дм<sup>3</sup>. Высокие уровни содержания ТДУК отмечались у аппаратчиков в постконтактном периоде через 24 и 48 ч., а в группе вспомогательных профессий – через 24 ч. после окончания экспозиции токсикантов. В дальнейшем у работников вспомогательных профессий наблюдалось статистически значимое снижение (14,5 раз) экскреции данного метаболита с мочой до  $0,15$  мг/дм<sup>3</sup>. Наибольший процент проб, превышающий средний уровень в группе контроля, отмечался среди аппаратчиков через 16 – 17 ч. (100%), а в группе вспомогательных профессий – в постконтактном периоде через 24 ч. (93,3%).

При изучении динамики экскреции ТДУК у работников основных профессий цеха ПВХ до и после рабочей смены отмечалась аналогичная направленность изменений содержания метаболита в моче относительно времени постконтактного периода с токсикантами (табл. 3). Так, уровни содержания ТДУК в моче у работников (аппаратчики, чистильщики) перед началом следующей, второй смены (через 12 ч. после окончания смены) были в 2,1 – 3,0 раза выше, чем в конце в предшествующей смены ( $p < 0,05$ ). Концентрации ТДУК в моче у работников перед первой сменой после 3-дневных выходных и перед третьей сменой после 2-дневного межсменного отдыха не различались между собой. Однако после окончания третьей смены уровни содержания ТДУК в моче у работников были в 2,6 раза выше, чем перед началом этой смены, что обусловлено проведением профилактических работ по технологическому регламенту. Наибольший процент проб, превышающих уровни ТДУК группы контроля отмечался перед и после второй смены. Наблюдаемая в ряде случаев относительно невысокая экскреция ТДУК с мочой у работников в конце смены, по-видимому, может объясняться феноменом насыщения метаболизма ВХ и 1,2-ДХЭ при поступлении большого количества углеводов, вследствие которого отмечается нелинейная кинетика метаболического пути для данных токсикантов [15 – 17].

## Заключение

Наличие ТДУК в моче, выявленные различия содержания в моче у работников и лиц контрольной группы, её зависимость от уровней воздействия хлорорганических соединений, вида производства и занимаемой профессии, длительности постконтактного периода свидетельствуют о

значимости этого показателя как биомаркера экспозиции. Увеличение экскреции ТДУК с мочой у работников производства ВХ и ПВХ в процессе работы через 12 ч. после окончания смены перед началом следующей смены и в период медосмотра через 24 ч. после прекращения контакта с токсикантами может служить оптимальным временем для сбора проб мочи при проведении биомониторинговых исследований. Результаты исследований позволяют рекомендовать проведение биомониторинга маркера хлорорганических углеводов ТДУК в моче у работников производства ВХ и ПВХ для оценки профессиональных рисков и предупреждения нарушения здоровья работающих.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках средств, выделяемых для выполнения государственного задания ФГБНУ ВСИМЭИ.

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

## Литература (п.п. 1, 5, 7-11, 13-15 см. References)

1. Тараненко Н.А., Мешакова Н.М., Журба О.М., Тележкин В.В. Загрязнение воздушной среды хлорорганическими углеводородами в производствах поливинилхлорида и эпихлоргидрина. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(4): 47-51.
2. Мальшьева А.Г., Рахманин Ю.А. *Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды*. СПб.: Профессионал; 2014.
3. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(5): 5-11.
4. Катаманова Е.В., Дьякович М.П., Кудяева И.В., Шевченко О.И., Ещина И.М., Рукавишников В.С. и др. Клинические и нейрофизиологические особенности нарушений здоровья работников в зависимости от экспозиционной нагрузки винилхлоридом. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 1167-71.
5. МУК 4.1.3056-13. Измерение массовых концентраций винилхлорида и 1,2-дихлорэтана в пробах крови методом газохроматографического анализа равновесного пара. М; 2013.
6. Международная программа по химической безопасности. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 62. 1,2-Дихлорэтан. Женева; 1990.
7. Измеров Н.Ф., ред. Винилхлорид. Серия «Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ». М; 1983.

## References

1. Brandt-Rauf P.W., Li Y., Long C., Monaco R., Kovvali G., Marion M.J. Plastics and carcinogenesis: the example of vinyl chloride. *J. Carcinogen*. 2012; 11: 5.
2. Taranenko N.A., Meshakova N.M., Zhurba O.M., Telezhkin V.V. On the problem of the study of the chemical air pollution with chlororganic hydrocarbons at productions of polyvinyl chloride and epichlorohydrin. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(4): 47-51. (in Russian)
3. Malysheva A.G., Rakhmanin Yu.A. *Physical and Chemical Research and*

- Control Methods of Substances in Environmental Health [Fiziko-khimicheskie issledovaniya i metody kontrolya veshchestv v gigiyene okruzhayushchey sredy]*. St. Petersburg: Professional; 2014. (in Russian)
- Rakhmanin Yu.A., Mikhaylova R.I. Environment and health: priorities for preventive medicine. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(5): 5-10. (in Russian)
  - International Programme on Chemical Safety. *The Environmental Health Criteria 215. Vinyl Chloride*. Geneva; 1999.
  - Katamanova E.V., Dyakovich M.P., Kudaeva I.V., Shevchenko O.I., Eshchina I.M., Rukavishnikov V.S., et al. Clinical and neurophysiological peculiarities of health disorders in workers in dependence on the vinyl chloride exposure load. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(12): 1167-71. (in Russian)
  - Bolt H.M. Metabolism of genotoxic agents: halogenated compounds. *IARC Sci. Publ.* 1984; (59): 63-71.
  - Fazeul H. Molecular modeling analysis of the metabolism of vinyl chloride. *J. Pharmacol. Toxicol.* 2006; 1(4): 299-316.
  - Bolt H.M. Vinyl chloride—a classical industrial toxicant of new interest. *Crit. Rev. Toxicol.* 2005; 35(4): 307-23.
  - Dogliotti E. Molecular mechanisms of carcinogenesis by vinyl chloride. *Ann. Ist Super Sanita*. 2006; 42(2): 163-9.
  - Muller G., Norpoth K., Wickramasindhe R.H. An analytical method using GC – MS for the quantitative determination of urinary thiodiglycolic acid. *Int. Occup. Environ. Health*. 1979; 44: 185-91.
  - Methodical Guidelines 4.1.3056-13. Measurement of the mass concentration of vinyl chloride and 1,2-dichloroethane in blood samples by gas chromatographic analysis of equilibrium vapor. Moscow; 2013. (in Russian)
  - Müller G., Norpoth K., Kusters E., Herweg K., Versin E. Determination of thiodiglycolic acid in urine specimens of vinyl chloride exposed workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 1978; 41: 199-205.
  - Cheng T.J., Huang Y.F., Ma Y.C. Urinary thiodiglycolic acid levels for vinyl chloride monomer exposed polyvinyl chloride workers. *J. Occup. Environ. Med.* 2001; 43(11): 934-8.
  - Withey J.R. Pharmacodynamics and uptake of vinyl chloride monomer administered by various routes to rats. *J. Toxicol. Environ. Health*. 1976; 1(3): 381-94.
  - International programme on chemical safety. Hygienic criteria for environmental 62. 1,2-dichloroethane. Geneva; 1990. (in Russian)
  - Izmerov N.F., ed. *Vinyl chloride. A Series of «Scientific Reviews of Soviet Literature on the Toxicity and Hazards of Chemicals» [Vinilkhlord. Seriya «Nauchnye obzory sovetской literatury po toksichnosti i opasnosti khimicheskikh veshchestv»]*. Moscow; 1983. (in Russian)

Поступила 10.03.17  
Принята к печати 05.07.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 613.6

Кондрова Н.С.<sup>1</sup>, Зулъкарнаев Т.Р.<sup>1</sup>, Франц М.В.<sup>2</sup>

## ПОТЕНЦИАЛ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ КАК КОМПОНЕНТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 450008, Уфа, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», 450008, Уфа, Россия

*Здоровье работников является составной частью человеческого потенциала организации, имеющей особое двойственное значение. С одной стороны, это необходимое условие для реализации других компонентов человеческого потенциала, с другой стороны, это отражение качества производственной и социальной среды организации. Изучение психосоциального аспекта здоровья работников является относительно новым направлением исследований в области медицины труда. В работе исследуется психосоциальное самочувствие работников промышленных организаций и факторы, его определяющие. Информационной базой исследования являются результаты социологического опроса работников четырех крупных промышленных организаций Республики Башкортостан: УМПО, УГОК, ВНЗМ и Башнефть-сервис НПЗ, а также финансовая отчетность организаций и информация, размещенная на их официальных сайтах. В работе дана общая характеристика организаций, методом коэффициентного анализа выполнена оценка их финансово-экономического состояния. В целом, респонденты демонстрируют весьма позитивное психосоциальное самочувствие: более 45% респондентов полностью удовлетворены своей жизнью, более 70% респондентов оценивают свое здоровье как хорошее или отличное, более 60% опрошенных не считают поиск новой работы сложной задачей. Факторный анализ психосоциального самочувствия работников выполнен двумя методами: с помощью порядковой регрессии и деревьев классификации. Сравнительный анализ выводов, сделанных в результате применения этих методов, показал, что часть из них совпадает, а часть различается. Для выбора предпочтительного метода было выполнено сравнение точности прогнозирования, показавшее, что оба метода обеспечивают практически одинаковую точность. Поэтому к надежным выводам отнесены те, которые получаются с использованием обоих методов, а именно: с возрастом самооценка здоровья ухудшается; мужчины более оптимистично оценивают свое здоровье по сравнению с женщинами; с возрастом поиск новой работы представляется все более сложной задачей; мужчины демонстрируют большую удовлетворенность жизнью по сравнению с женщинами; место работы оказывает влияние на удовлетворенность жизнью.*

**Ключевые слова:** человеческий потенциал, психосоциальное самочувствие работников, производственная среда, многофакторный анализ, порядковая регрессия, деревья классификации

**Для цитирования:** Кондрова Н.С., Зулъкарнаев Т.Р., Франц М.В. Потенциал здоровья работников как компонент человеческого потенциала организации. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(2): 164-171. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-2-164-171>

**Для корреспонденции:** Кондрова Нина Саматовна, канд. мед. наук, доц. кафедры гигиены ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: kondrovans@yandex.ru

Kondrova N.S.<sup>1</sup>, Zul'karnaev T.R.<sup>1</sup>, Frants M.V.<sup>2</sup>

### POTENTIAL OF EMPLOYEES' HEALTH AS A COMPONENT OF THE HUMAN POTENTIAL OF THE ORGANIZATION

<sup>1</sup>Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of Russia. 450008, Ufa, Russian Federation;

<sup>2</sup>FGBOU VO «Ufa State Aviation Technical University», 450008, Ufa, Russian Federation

*The health of employees is an integral part of the human potential of the organization, which has a special dual significance. On the one hand, this is a necessary condition for the realization of other components of human potential; on the other hand, it reflects the quality of the productive and social environment of the organization. The study of the*