

УДК 616-057:614.87]-008.9-074

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОБМЕНА КАТЕХОЛАМИНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУППАХ РАБОТНИКОВ МЧС

**Нехорошкова Ю. В.**ГП «Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта  
МЗ Украины», г. Одесса

В статье приведены данные изучения деятельности симпато-адреналовой системы в различных профессиональных группах работников МЧС. В группе пожарных-спасателей установлены статистически достоверные отличия показателей функционирования симпато-адреналовой системы по сравнению с другими профессиональными группами. Эти отличия отражают напряженную деятельность данной регуляторной системы и, вероятно, связаны с действием вредных и опасных факторов профессиональной деятельности в условиях пожара.

**Ключевые слова:** пожарные-спасатели, вредные и опасные факторы пожара, симпато-адреналовая система, катехоламины

## Вступление

Состояние здоровья людей, работающих в условиях химического и психо-эмоционального стресса, является на сегодняшний день актуальной проблемой гигиены и физиологии труда [1, 2]. Это особенно касается профессий работников, чья трудовая деятельность связана с экстренным возникновением критических ситуаций, их ликвидацией и спасением людей [3, 4]. К категории экстремальных и десяти наиболее тяжелых и опасных видов трудовой деятельности на планете, ВОЗ относит профессию пожарных [5], которые в процессе своей профессиональной деятельности подвергаются воздействию большого количества стрессовых факторов [6]. Согласно концепции Г. Н. Крыжановского, стрессогенные воздействия приводят к дезадаптивным и дизрегуляторным нарушениям деятельности интегративных систем организма [7]. Роль дизрегуляторных процессов в патогенезе профессионально обусловленных заболеваний является актуальным и не до конца изученным направлением гигиены труда [4, 8]. Поэтому исследование деятельности симпато-адреналовой системы (САС), которая является важнейшей системой экстренного реагирования организма в условиях чрезвычайной ситуации [9, 10], необходимо для предупреждения и выявления стресс обусловленной профессиональной патологии, в том числе и на донозологической стадии ее развития.

Метаболические превращения катехоламинов (КА) важны для регулирования гомеостатического уровня их активных форм и для проявления их физиологических эффектов [11, 12]. Установлено,

что интенсивность метаболизма биогенных аминов, которая изучается по отношению КА к их метаболитам, изменяется в условиях стресса [13]. КА образуют множество метаболитов, два класса которых являются диагностически показательными и присутствуют в моче в легко измеримых количествах [14]. Это метанефрины, которые представляют собой метоксипроизводные адреналина (А) и норадреналина (НА). Второй класс метаболитов представляют О-метилированные и дезаминированные продукты А и НА – ванилилминдальная кислота (ВМК) и дофамина (ДА) – гомованилиновая кислота (ГВК) [15]. ГВК и ВМК являются не только метаболитами КА, но и самостоятельными биологически активными веществами, содержание которых в биологических жидкостях отражает уровень функциональной активности САС [16]. *Цель исследования* – изучение обмена катехоламинов в различных профессиональных группах работников МЧС для более глубокого определения роли САС в механизмах развития профессионально обусловленного стресса у лиц экстремальных профессий.

## Материалы и методы исследования

Под наблюдением находилось 192 работника МЧС, мужского пола, в возрасте от 21 до 43 лет. Обследуемые были разделены на 3 профессиональные группы по выполняемым функциям и по степени контакта с вредными и опасными факторами пожара. 1 группа – контрольная, ее составили работники МЧС, отнесенные по Государственному классификатору профессий ГК 003-95 для работ-

ников МЧС [17] к специалистам и техническим служащим, которые не участвуют в ликвидации аварий и пожаров ( $n = 64$ ). 2 группу ( $n = 63$ ) составили водители пожарных автомобилей, которые в процессе своей трудовой деятельности также не участвуют в тушении пожаров. В 3 группу ( $n = 65$ ) вошли пожарные-спасатели, непосредственно принимающие участие в ликвидации аварий и находящиеся в зоне пожара. Спектрофлуориметрическим методом на приборе СМ 2203 «Solar» определяли уровень экскреции с мочой свободных и связанных КА–А, НА, ДА и уровень экскреции ДОФА [14]. При этом для определения связанных КА предварительно осуществляли кислотный гидролиз мочи. Определяли в моче содержание ВМК и ГВК иммуноферментным методом с помощью стандартных наборов. Для регистрации и расчетов результатов ИФА использовали иммуноферментный анализатор RT-2100С «Rayto». Для определения относительной активности процессов синтеза и метаболизма КА рассчитывали соотношения экскретируемых веществ по Т. Д. Большаковой [11]. Статистическую обработку полученной информации проводили с помощью пакета стандартных компьютерных программ в Microsoft Excel [18].

## Результаты исследования и их обсуждение

Исследование уровней экскреции с мочой КА показало, что достоверно более высокие значения этих показателей наблюдались в группе пожарных-спасателей по сравнению с контрольной группой, а также по сравнению с водителями пожарных автомобилей (табл. 1). Как видно из таблицы 1, показатели контрольной группы и группы водителей не имели статистически значимых отличий и носили характер тенденций. В группе пожарных выделение

с мочой свободной формы А превышало показатели контрольной группы и группы водителей в 2,6 и 2,3 раза соответственно. Экскреция связанной фракции А также была достоверно выше в группе пожарных по сравнению с контролем в 1,8 раза, а по сравнению с группой водителей более чем в 2 раза. Исследование экскреции НА показало превышение этого показателя у пожарных относительно контроля и водителей на 104,7 и 84,4 % для свободной формы, и на 37,9 и 65,3 % для связанной формы. Выделение с мочой  $DA_{\text{своб.}}$  и  $DA_{\text{связ.}}$  в группе пожарных-спасателей составляло 167,1 и 149,1 % от показателей контрольной группы и 152,3 и 175,8 % от показателей группы водителей.

Выведение с мочой ДОФА было больше в группе пожарных, однако этот показатель существенно не отличался от контрольных значений и значений группы водителей.

Как видно из вышеизложенного, в группе пожарных-спасателей наблюдались более высокие уровни экскреции с мочой, как свободных, так и связанных форм КА. Однако при расчете соотношений свободных форм КА к связанным, которые отражают интенсивность процессов конъюгирования аминов в печени, было выявлено, что все коэффициенты  $A_{\text{своб.}}/A_{\text{связ.}}$ ,  $NA_{\text{своб.}}/NA_{\text{связ.}}$  и  $DA_{\text{своб.}}/DA_{\text{связ.}}$  достоверно выше у пожарных-спасателей, чем у лиц контрольной группы и у водителей (рис. 1). Это свидетельствует об относительном преобладании в данной группе свободных биологически активных форм этих биогенных аминов, то есть происходит мобилизация резервов и увеличивается количество свободных форм КА.

Исследование уровней экскреции с мочой метаболитов КА–ВМК и ГВК показало в группе пожарных-спасателей существенно более высокие значения этих показателей (табл. 2). При этом выделение ВМК составляло 125 и 132 % по срав-

Таблица 1

Уровни экскреции с мочой свободных и связанных форм КА и ДОФА в обследованных группах

Показатель		Группа		
		Контроль	Водители	Пожарные
А, нг/мин	Своб.	3,3±0,3	3,7±0,4	8,6±0,8*
	Связ.	6,0±0,6	5,3±0,6	10,9±0,8*
НА, нг/мин	Своб.	8,6±0,0,9	9,5±0,9	17,6±1,7*
	Связ.	11,6±1,2	9,7±0,8	16,0±1,4**
ДА, нг/мин	Своб.	80,2±7,9	87,9±9,6	134±14,2*
	Связ.	82,5±7,7	69,9±7,8	123,0±11,8*
ДОФА, нг/мин		41,4±3,6	38,2±4,1	51,6±5,6

Примечание. \* Достоверно отличаются от показателей контрольной группы и группы водителей с  $p \leq 0,001$ ;

\*\* достоверно отличаются от показателей контроля с  $p \leq 0,05$  и группы водителей с  $p \leq 0,001$ .

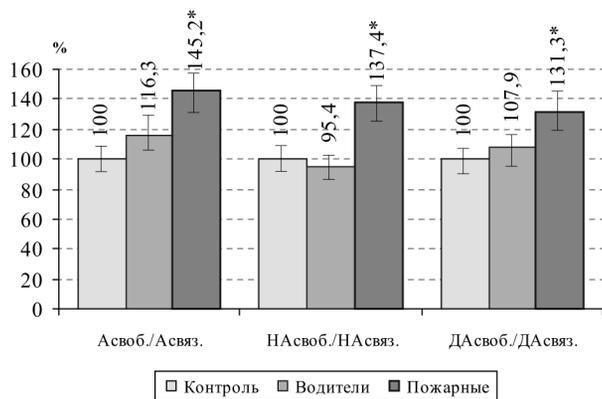


Рис. 1. Соотношения связанных и свободных форм КА в обследованных группах.

\* Достоверно отличаются от показателей контрольной группы и группы водителей с  $p \leq 0,05$ .

нению с группой контроля и группой водителей. Экскреция ГВК в группе пожарных составляла соответственно 124 и 121 % по сравнению с контролем и водителями пожарных автомобилей.

При расчете соотношений КА к предшественнику были выявлены достоверно более высокие значения показателей А/НА и ДА/ДОФА в группе пожарных по сравнению с контрольной группой и группой водителей (рис. 2). Это свидетельствует об относительном увеличении синтеза А и ДА в этой группе. Соотношение НА/ДА также было выше в группе пожарных-спасателей, однако эта разница была статистически достоверной только в сравнении с группой водителей. Коэффициенты ВМК/(А+НА) и ГВК/ДА, отражающие относительную интенсивность образования ВМК и ГВК, были значительно ниже у пожарных в сравнении с другими обследованными группами, хотя абсолютные показатели экскреции ВМК и ГВК у пожарных были выше (табл. 2). Соотношение (А+НА+ДА)/ДОФА в группе пожарных превышало контрольные значения более чем в 1,5 раза. Это свидетельствует об относительном сни-

жении содержания ДОФА, которое характеризует резервные возможности САС.

Таким образом, в группе пожарных-спасателей наблюдалась высокая общая секреторная активность САС, что проявлялось увеличенными уровнями экскреции КА и их метаболитов по сравнению с другими обследованными группами. Это свидетельствует об активации данной регуляторной системы в профессиональной группе пожарных. В этой группе отмечалось относительное повышение выделения с мочой свободных форм КА, которые являются биологически активными фракциями. То есть, можно сказать, что высокая активность САС у лиц, принимающих участие в тушении пожаров, достигается не только увеличением синтеза КА, но и мобилизацией резервов — перехода связанных форм в свободные. При этом в данной профессиональной группе было выявлено высокое значение коэффициента симпато-адреналовой диссоциации (А/НА), свидетельствующее о преобладании гормонального звена реагирования. Такой тип реагирования является неэкономным и характеризуется неадекватными изменениями в САС. Это сочеталось с относительным увеличением образования КА в группе пожарных-спасателей по

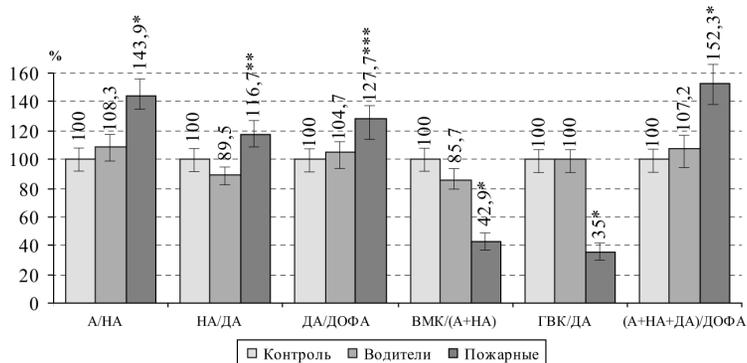


Рис. 2. Соотношения КА и их метаболитов в различных профессиональных группах работников МЧС.

\* Достоверно отличаются от показателей контрольной группы и группы водителей с  $p \leq 0,001$ ; \*\* достоверно отличаются от показателей группы водителей с  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* достоверно отличаются от показателей контрольной группы и группы водителей с  $p \leq 0,05$ .

Таблица 2

Уровни экскреции с мочой ВМК и ГВК у лиц обследованных групп

Показатель	Группа		
	Контроль	Водители	Пожарные
ВМК, мкг/г креатинина	2,4±0,2	2,3±0,2	3,0±0,2*
ГВК, мкг/г креатинина	1,1±0,1	1,1±0,1	1,4±0,1*

Примечание. \* Достоверно отличаются от показателей контрольной группы и группы водителей с  $p \leq 0,05$ .

сравнению с другими профессиональными группами и относительным снижением катаболизма А, НА и ДА, что отражает разобщение процессов синтеза и инактивации данных биогенных аминов. Относительное снижение процессов инактивации КА с образованием ВМК и ГВК также может свидетельствовать об активации альтернативных путей метаболизма КА. Это согласуется с данными литературы, показывающими, что при избытке КА и насыщении основного метаболического пути происходит активация хинонового пути окисления КА [19]. При этом промежуточные и конечные продукты хинонового пути окисления КА обладают цитотоксическим потенциалом и могут на фоне выявленного дисбаланса КА играть существенную роль в развитии патологического процесса, возникновение которого, вероятно, обусловлено воздействием стрессогенных факторов профессиональной деятельности пожарных-спасателей.

Рассматривая состояние САС у пожарных-спасателей с точки зрения адаптации к вредным и опасным факторам пожара можно сказать, что у лиц этой группы есть признаки, как срочной адаптации по Ф. З. Меерсону [20], которые проявляются мобилизацией депо КА, так и признаки долговременной адаптации — увеличение общей секреторной активности САС. Однако относительное снижение резервов САС, явления гормонально-медиаторной диссоциации и разобщение метаболических процессов свидетельствует о том, что при продолжающихся стрессогенных воздействиях у работников этой группы могут наступить явления дезадаптации, которые в дальнейшем будут трансформироваться в профессионально обусловленные дисрегуляторные заболевания. Таким образом, КА и их метаболиты, как показатели деятельности САС — важнейшей системы экстренного реагирования в стрессовой ситуа-

ции, для данного контингента являются информативными диагностическими маркерами, позволяющими оценивать адаптированность организма, состояние его резервов и необходимость в проведении профилактических и лечебных мероприятий.

## Выводы

1. Изучение основных звеньев обмена КА позволило выявить статистически достоверные отличия метаболических процессов в группе пожарных-спасателей по сравнению с работниками МЧС, не принимающими участие в ликвидации пожаров и других аварий.
2. В группе пожарных-спасателей наблюдалась более высокая секреторная активность САС с преобладанием гормонального звена реагирования и относительным увеличением свободных форм КА на фоне относительного уменьшения ее резервных возможностей.
3. Выявлено нарушение адекватности инактивации исследуемых биогенных аминов уровню их секреции у пожарных, что отражает напряженную деятельность данной регуляторной системы и, вероятно, связано с действием вредных и опасных факторов профессиональной деятельности.
4. Исследование различных звеньев метаболизма САС в адаптивном ответе на острый стресс и патологические последствия длительного, повторяющегося и тяжелого стресса позволяет прогнозировать поведение человека в стрессовой ситуации, оценить резервные возможности организма, что способствует решению задач профессионального психофизиологического отбора пожарных-спасателей и определению необходимости проведения профилактических и реабилитационных мероприятий.

## Литература

1. Александрова Л. Г. До проблеми гігієнічного контролю за забрудненням виробничого середовища хімічними речовинами / Л. Г. Александрова // Укр. журн. з пробл. медицини праці. — 2011. — № 1 (25). — С. 71–81.
2. Кундієв Ю. І. Восьма глобальна нарада представників центрів, що співпрацюють з ВООЗ у галузі медицини праці (Женева, 18–23 жовтня 2009 р.) / Ю. І. Кундієв, А. В. Басанець // Укр. журн. з пробл. медицини праці. — 2010. — № 1 (21). — С. 80 – 83.
3. Алехин А. Н. Этапы психической адаптации человека к экстремальным условиям профессиональной деятельности / А. Н. Алехин // Медико-биоло-

гические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. — 2009. — № 3. — С. 76 – 81.

4. Новицкий А. А. Механизм развития патологии внутренних органов в условиях экологического и профессионального перенапряжения регуляторных систем организма человека / А. А. Новицкий, С. С. Алексанин, С. В. Дударенко // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. — 2010. — № 1. — С. 5–9.

5. Тимошина Д. П. Пути оптимизации медицинского наблюдения за состоянием здоровья пожарных-спасателей МЧС / Д. П. Тимошина // Актуальные проблемы транспортной медицины. — 2006. — № 4 (6). — С. 33–40.

6. Stress hormones and vascular function in fire-fighters during concurrent challenges / Webb H. E., Garten R. S., McMinn D. R. [at el.] // *Biological Psychology*.– 2011.– V. 87 (1).– P. 152–160.

7. Дизрегуляційна патологія / Под ред. Г. Н. Крыжановського.– М.: Медицина, 2002.– 632 с.

8. Басанець А. В. Хвороби системи кровообігу при дії професійних факторів / А. В. Басанець, Т. А. Андрущенко // *Укр. журн. з пробл. медицини праці*.– 2010.– № 2 (22).– С. 71 – 81.

9. Sympathoadrenal system in stress. Interaction with the hypothalamic-pituitary-adrenocortical system / Kvetnansky R., Pacak K., Fukuhara K. [at el.] // *Annals NY Academy of Sciences*.– 1995.– V. 771.– P. 131–158.

10. Roatta S. Detecting activation of the sympathoadrenal axis from haemodynamic recordings, in conscious rabbits exposed to acute stress / Roatta S., Mohammed M., Passatore M. // *Acta Physiologica (Oxf)*.– 2011.– V. 201 (3).– P. 323–337.

11. Большакова Т. Д. Клиническое применение исследования метаболизма катехоламинов / Т. Д. Большакова // *Журнал всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева*.– 1976.– Т. 21.– № 2.– С. 196–203.

12. Gavrilovic L. Modulation of catecholamine-synthesizing enzymes in adrenal medulla and stellate ganglia by treadmill exercise of stressed rats / Gavrilovic L.,

Spasojevic N., Dronjak S. // *European journal of Applied Physiology*.– 2012.– V. 112 (3).– P. 1177–1182.

13. Чугунов В. С. Неврозы, неврозоподобные состояния и симпатико-адреналовая система / В. С. Чугунов, В. Н. Васильев.– М.: Медицина, 1984.– 192 с.

14. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике / В. С. Камышников.– Минск: Беларусь, 2002.– Т. 2.– С. 406–420.

15. Пляговский П. Б. Основные метаболиты адреналина, норадреналина, дофамина и серотонина в лабораторной диагностике наркоманий / П. Б. Пляговский, И. С. Мамедов, Р. Т. Тогузов // *Клинико-лабораторный консилиум*.– 2010.– № 1 (32).– С. 27–34.

16. Губський Ю. І. Біологічна хімія: Підручник / Ю. І. Губський – К.– Тернопіль: Укрмедкнига, 2000.– 508 с.

17. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників МНС України.– Київ, 2004.– 96 с.

18. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич.– К.: МОРИОН, 2001.– 320 с.

19. Пирожков С. В. Токсические метаболиты хинонового пути окисления катехоламинов / С. В. Пирожков, Д. В. Юсупов, Л. Ф. Панченко // *Токсикологический вестник*.– 1995.– № 4.– С. 12–15.

20. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшеничникова.– М.: Медицина, 1988 г.– 256 с.

**Нехорошкова Ю. В.**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОБМІНУ КАТЕХОЛАМІНІВ В РІЗНИХ ПРОФЕСІЙНИХ ГРУПАХ ПРАЦІВНИКІВ МНС**

ДП «Український науково-дослідний інститут медицини транспорту МОЗ України», м. Одеса

У статті наведено дані вивчення діяльності симпато-адреналової системи в різних професійних групах працівників МНС. У групі пожежних-рятувальників встановлено статистично достовірні відмінності показників функціонування симпато-адреналової системи порівняно з іншими професійними групами. Ці відмінності відображають напружену діяльність даної регуляторної системи й, імовірно, пов'язані з дією шкідливих і небезпечних факторів професійної діяльності в умовах пожежі.

**Ключові слова:** пожежники-рятувальники, шкідливі і небезпечні фактори пожежі, симпато-адреналова система, катехоламіни

**Nekhoroshkova J. V.**

## **CATECHOLAMINE METABOLISM STUDY IN DIFFERENT OCCUPATIONAL GROUPS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS**

SI «Ukrainian Scientific-research Institute of Transport Medicine» of Ministry of Health of Ukraine», Odessa

The data on the study of the sympathetic-adrenal system in different occupational groups of the Ministry of Emergency Situations are presented in the article. The significant differences in parameters of the functioning the sympathetic-adrenal system in comparison with other professional groups of firefighters have been established. The differences show the strained work of the regulatory system and this is probably associated with the effect of harmful and dangerous factors of the professional activity in fire conditions.

**Key words:** firefighters, harmful and dangerous factors, fire, sympathetic-adrenal system, catecholamine

*Поступила: 26.03.2012 г.*

**Контактное лицо:** Нехорошкова Юлия Владиславовна, научный сотрудник, лаборатория промышленной и экологической токсикологии, ГП «Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта МЗ Украины», 92, ул. Канатная, г. Одесса, 65039. Тел.: (48) 728-01-47, (50) 492-66-96. E-mail: iuts@ukr.net