

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ МЫШЬЯКА В ОРГАНИЗМЕ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ГЕМОДИНАМИКИ У ПОДРОСТКОВ 13-14 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**Е.В. Евстафьева¹, д.м.н., профессор, зав. кафедрой;
А.Е. Слюсаренко¹, к.б.н., доцент; О.А. Залата¹, ассистент;
Ю.А. Барабан¹, аспирант; И.А. Евстафьева³, к.б.н., доцент;
О.А. Решетняк³, аспирант; С.В. Иванов², ассистент**

¹Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, кафедра нормальной физиологии,

²кафедра общей гигиены с экологией,

³Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кафедра теории и методики физической культуры

В волосах 30 подростков методом рентген-флуоресцентного анализа определено содержание мышьяка, которое находилось в пределах условной нормы. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы определяли по 10 показателям, которые регистрировали с помощью компьютерной реографии. Корреляционный анализ показал наличие достоверных и приближающихся к ним связей между ЧСС, ОПСС и МОК до и после физической нагрузки и содержанием мышьяка. Плотность корреляционных связей для всех случаев колебалась в пределах $0.32 < r < 0.40$ при уровне достоверности $0,09 < p < 0,03$.

Ключевые слова: подростки, частота сердечных сокращений, сосудистое сопротивление, минутный объем кровотока, мышьяк.

The arsenic content determined by the method of X-ray fluorescent spectroscopy in 30 13-14 year old teenagers was within the normal limits. Computer reography was used to examine cardiovascular system and following parameters were recorded: heart rate, total peripheral resistance, cardiac output. Correlations were revealed between concentration of the arsenic and hemodynamic parameters ($0.32 < r < 0.40$, $0,09 < p < 0,03$).

Key words: teenagers, heart rate, total peripheral resistance, cardiac output, arsenic.

Введение. Современный этап развития физиологии в системе биологических и медицинских дисциплин характеризуется появлением задач, решение которых направлено на изучение различных аспектов адаптации организма человека к условиям антропогенно трансформированной среды и имеет как фундаментальное, так и важное прикладное значение, заключающееся в назревшей необходимости физиологического обоснования экологических нормативов.

Среди техногенных факторов, оказывающих в разной степени выраженное влияние на функционирование систем организма человека и его здоровье особое место занимают микроэлементы (МЭ), в отношении которых наблюдается выраженный дисбаланс как во внешней среде, так и во внутренней среде организма. Принимая во внимание значение МЭ как важнейших составляющих акцессорных веществ, становится понятным их существенное влияние на физиологические функции даже при незначительных количественных изменениях.

Исследованиям физиологической роли МЭ в природных условиях посвящены работы кафедры нормальной физиологии Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского в течение последних 10 лет. Один из фрагментов этой работы представлен в настоящей статье, которая посвящена исследованию физиологической роли мышьяка – одного из приоритетных, но относительно мало изученных загрязнителей окружающей среды. Его нейротоксическое и лечебное действие достаточно хорошо известно [1]. В то же время, мышьяк относят к условно эссенциальным МЭ [5], так как при его отсутствии или недостаточном поступлении в организм нарушается нормальная жизнедеятельность. Хроническое поступление мышьяка в организм может вызывать как канцерогенные эффекты [6], так и разнообразные неспецифические соматические заболевания. К числу последних по распространенности и прогрессивному росту принадлежат заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС), в том числе среди детей и подростков [7], например, кардио- и цереброваскулярные [9, 10]. Многочисленные исследования показывают наличие взаимосвязи между содержанием МЭ в организме человека и риском развития заболеваний ССС [5]. В литературе описаны эффекты влияния мышьяка на функциональное состояние ССС, в особенности на состояние сосудистого тонуса [1, 3]. Также мышьяк обладает выраженным капилляротоксическим действием [8].

Однако влияние мышьяка на ССС в натуральных условиях городской среды, в особенности у детей, остается мало исследованным [3], при том, что загрязнение окружающей среды мышьяком является глобальной проблемой, а его повреждающее влияние, например, на гены активации глюкокортикоидных рецепторов, установлено при очень низких концентрациях [11].

В связи с этим, целью настоящей работы явилось определение зависимости функционального состояния системы гемодинамики от уровня мышьяка в организме подростков в условиях городской среды.

Материалы и методы. Проведено обследование 30 подростков обоего пола 13–14 лет, проживающих и обучающихся в городских условиях (один из районов г. Симферополя, Украина).

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы исследовали посредством компьютерной реографии [4] (реоанализатор РА5-01) в состоянии физиологического покоя, после физической нагрузки (проба Руфье-Диксона) и после пятиминутного восстановительного периода, регистрируя частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолическое артериальное давление (САД, мм рт.ст.), диастолическое артериальное давление (ДАД, мм рт.ст.), среднее артериальное давление (Ср АД, мм рт.ст.), ударный объем сердца (УО, мл), минутный объем крови (МОК, л/мин), длительность сердечного цикла (ДСЦ, с), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, $\text{дин}\cdot\text{с}/\text{см}^2$), сердечный индекс (СИ, $\text{л}/\text{мин}/\text{м}^2$), ударный индекс (УИ, $\text{мл}/\text{м}^2$). Обследование проводили в весенний период в одно и то же время суток.

Содержание мышьяка в волосах определяли рентген-флуоресцентным методом в научно-техническом центре ВИРИА (г. Киев). Для оценки зависимости состояния ССС от уровня мышьяка в организме использовали непараметрический корреляционный анализ по Спирмену. Характер распределения содержания мышьяка в организме проверялся по критериям Колмогорова-Смирнова и Лиллифорс.

Результаты и обсуждение. Результаты биомониторингового исследования школьников 13-14 лет показали, что среднее содержание мышьяка в волосах находилось в пределах условной нормы и составило $0,149 \pm 0,049$ мкг/г. При этом характер распределения отличался от нормального.

Корреляционный анализ показателей гемодинамики школьников выявил зависимость некоторых из них от уровня мышьяка в организме. Были обнаружены достоверные и приближающиеся к ним корреляционные связи с ОПСС, ЧСС и МОК, зарегистрированные в покое, после физической нагрузки и пятиминутного восстановительного периода (табл.).

Корреляционный анализ показал, что мышьяк даже в пределах условной нормы обладает отрицательным хронотропным действием как в состоянии покоя, так и при физической нагрузке, то есть, чем выше было содержание мышьяка, тем ниже была ЧСС обследованных подростков. Установленные корреляционные связи обратного характера между МОК и содержанием мышьяка в организме подростков после физической нагрузки (МОК-1) и 5-минутного восстановительного периода (МОК-5), вероятно, были опосредованы его отрицательным хронотропным действием.

Таблица 1 – Зависимость функциональных показателей центральной кардиогемодинамики от содержания мышьяка в волосах испытуемых (n=30)

Показатели кардиогемодинамики	R _s (коэффициент корреляции)	p (уровень значимости)
В покое		
ЧСС- 0	- 0,40	0,03
После физической нагрузки		
ОПСС-1	0,40	0,03
ЧСС-1	- 0,35	0,06
МОК-1	- 0,37	0,05
После 5-минутного восстановительного периода		
ОПСС-5	0,32	0,09
МОК-5	-0,34	0,07

В то же время, для ОПСС были установлены прямые корреляционные связи после физической нагрузки и 5-минутного восстановительного периода, которые могут свидетельствовать о повышении сосудистого тонуса с увеличением содержания мышьяка в организме, что согласуется с данными литературы [1, 2, 12].

Выводы. 1. Среднее содержание мышьяка в волосах школьников 13-14 лет, проживающих в условиях городской среды, составило $0,149 \pm 0,049$ мкг/г и находилось в пределах условной нормы.

2. Установлено, что и в пределах условной нормы мышьяк обладает определенным влиянием как на сердечную деятельность, так и на состояние сосудистой системы, снижая частоту сердечных сокращений и минутный объем крови и способствуя увеличению сосудистого сопротивления. При этом плотность корреляционных связей была невысокой ($0,32 < r < 0,40$), но существенной ($0,09 < p < 0,03$).

Литература

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Велданова М.В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. – М., 2001. – 236 с.
3. Особенности реагирования системы кровообращения подростков на физическую нагрузку в зависимости от содержания биоэлементов в организме / Евстафьева И.А., Решетняк О.А., Евстафьева Е.В., Грузевский В.А., Грузевская В.Ф. // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского, серия «Биология, химия». – Т. 19 (58). – 2006. – № 3. – С. 25-28.
4. Пушкарь Ю.Т. Большов В.М., Елизарова Н.А. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его методические возможности // Кардиология. – 1977. – № 7. – С. 85-90.

5. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: ОНИКС 21 век. Мир, 2004. — 272 с.
6. Скальная М.Г. Зависимость повышенной онкологической заболеваемости от избыточного содержания мышьяка и других токсичных химических элементов в окружающей среде // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т. 2, № 1. – С. 34-35.
7. Табмовцева В.И. Функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы у детей и подростков: современный взгляд на проблему // Российский педиатрический журнал. – 2007. – № 2. – С.35-38.
8. Трахтенберг И.М., Бабаян Э.А. Химические факторы производственной среды и сердечно-сосудистая система. – Ереван: Айастан, 1992. – 276 с.
9. Brown KG, Ross GL. Arsenic, drinking water, and health: a position paper of the American Council on Science and Health // – Regul Toxicol Pharmacol. – 2002. Issue 36, Vol.2. – P.162-174.
10. Guha Mazumder DN. Chronic arsenic toxicity: clinical features, epidemiology, and treatment: experience in West Bengal // J Environ Sci Health Part A Tox Hazard Subst Environ Eng. – 2003. – Issue 38. – Vol.1. – P.141-163.
11. Jack E. Bodwell, Lauren A. Kingsley, and Joshua W. Hamilton Arsenic at Very Low Concentrations Alters Glucocorticoid Receptor (GR)-Mediated Gene Activation but Not GR-Mediated Gene Repression: Complex Dose-Response Effects Are Closely Correlated with Levels of Activated GR and Require a Functional GR DNA Binding Domain // Chem. Res. Toxicol. – 2004. – Issue 17. – Vol.8. – P. 1064-1076.
12. WHO. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution „Effects of low exposure levels“. – Copenhagen: WHO, 2007. – P. 68-70.