

УДК 616.1/9-02:614.7

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ 12-13 ЛЕТ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ**

*Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Негериш А.В., Гружевский В.А., Чегодарь А.Я.*

Задачей биомониторинговых исследований является оценка неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды на различные функциональные системы организма человека. Среди различных экологически обусловленных заболеваний особое место занимают заболевания сердечно-сосудистой системы, так как негативное влияние урбанизированной и техногенной среды является пусковым в развитии отдельных нозологий сердечно-сосудистой системы.

В последние годы отмечается прогрессивный рост числа этих заболеваний у детей, поскольку детский организм, находящийся в стадии роста и развития, наиболее подвержен воздействию факторов внешней среды [1, 2].

Среди антропогенных факторов городской среды особое место занимают тяжелые металлы, такие как свинец, кадмий, ртуть. Они находятся в конкурентных взаимоотношениях с эссенциальными элементами, обуславливают и усугубляют их дефицит в организме [3]. По этой причине дисбаланс эссенциальных элементов в современных условиях часто является причиной нарушения физиологических процессов и формирования патологии. Поэтому наряду с исследованием эффектов токсичных металлов на организм, не менее важным является изучение физиологической роли эссенциальных элементов. К числу таких элементов относятся цинк и медь.

Цинк является кофактором большой группы ферментов, участвующих в белковом и других видах обмена, поэтому он необходим для нормального протекания многих биохимических процессов [4]. Обмен цинка тесно связан с обменом меди. Медь является жизненно важным элементом, который также участвует в процессах обмена веществ, поддерживает нормальную структуру костей, хрящей, сухожилий, эластичность стенок кровеносных сосудов. Этот биоэлемент повышает устойчивость организма к инфекциям. Пониженное содержание меди отрицательно сказывается на функционировании сердечно-сосудистой системы [3, 4]. Эффекты как дефицита так и избытка меди и цинка показаны в многочисленных исследованиях на животных [5 – 6], в ряде эпидемиологических исследований доказана роль цинка и меди в развитии сердечно-сосудистой патологии [7 – 8]. Однако недостаточно изучена роль данных

элементов в механизме развития патологии сердечно-сосудистой системы в условиях фоновой экспозиции, в то время как основной постулат концепции оценки риска для здоровья, активно используемый в международной практике экологического нормирования подчеркивает большую опасность постоянного присутствия вредных веществ в окружающей среде в низких концентрациях (в том числе ниже ПДК) [1].

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилась оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей 12-13 лет в связи с содержанием цинка и меди в организме в условиях городской среды.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была группа школьников ( $n = 26$ ) в возрасте 12-13 лет проживающих в г. Симферополе.

Состояние сердечно-сосудистой системы определяли по следующим показателям: артериальному давлению (АД мм.рт.ст, систолическое и диастолическое); ударному объему (УО, мл); минутному объему крови (МОК, л/мин); сердечному индексу (СИ л/мин/м<sup>2</sup>); общему периферическому сопротивлению сосудов (ОПСС, дин/см<sup>2</sup>); работе сердца (РБС, кг/м); среднему артериальному давлению (САД, мм.рт.ст); длительности сердечного цикла (ДСЦ, с); ударному индексу (УИ).

Данные параметры регистрировали в состоянии физиологического покоя, после физической нагрузки, которая составила 30 приседаний за 45 сек., и после 5 мин. восстановления. Регистрацию проводили методом тетраполярной грудной компьютерной реографии посредством анализатора РА5 – 01.

Определение содержания металлов в прикорневой части волос проводили методом рентгено-флуоресцентной спектрофотометрии в научно-техническом центре ВИРИА при Институте Медицины Труда (г.Киев). Статистический анализ данных проводился при помощи непараметрического анализа по Спирмену.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определение содержания меди и цинка у детей 12-13 лет, проживающих в условиях городской среды, выявило дефицит содержания этих элементов. Значения показателей сердечно-сосудистой системы соответствовали принятой возрастной норме [9].

На первом этапе исследования показатели сердечно-сосудистой системы регистрировали в состоянии физиологического покоя. При этом обнаружены статистически достоверные связи между содержанием цинка и показателями сердечно-сосудистой системы (табл. 1), главным образом характеризующими состояние гемодинамики. Характер этих связей свидетельствует о том, что чем ниже содержание цинка, тем ниже МОК (и СИ) и систолическое артериальное давление. В то же время с сосудистым сопротивлением выявлена обратная связь. Таким образом, адекватное кровоснабжение тканей при низком содержании цинка, возможно, обеспечивается за счет повышения периферического сопротивления.

Показатели, характеризующие работу сердца в состоянии физиологического покоя, также прямо коррелировали с содержанием цинка, но только на уровне тенденции. Следовательно, в целом можно заключить, что цинк определенным образом влияет на состояние сердечно-сосудистой системы, способствуя увеличению кровоснабжения тканей, что согласуется с описанными ранее экспериментальными данными, полученными на крысах [5-6]. Вероятными механизмами реализации подобного влияния цинка может быть опосредованное действие через ферментные системы глутатион-пероксидазу и супероксид-десмутазу, а также через изменение уровня гем-оксигеназы и NO-синтетазы [6, 10].

**Таблица 1.**

**Коэффициенты корреляции показателей деятельности сердечно-сосудистой системы и содержания цинка в волосах**

Показатели	Покой		После физической нагрузки		Восстановительный период	
	$R_s$	$p$	$R_s$	$p$	$R_s$	$p$
АД систолическое (мм.рт.ст)	0,41	0,04	-	-	-0,35	0,09
АД диастолическое (мм.рт.ст.)	-	-	-	-	-0,36	0,07
УО (мл)	0,36	0,07	0,36	0,07	-	-
МОК (л/мин)	0,49	0,01	0,42	0,03	0,33	0,099
УИ ( мл.)	0,34	0,09	-	-	0,38	0,06
СИ (л/мин/м <sup>2</sup> )	0,43	0,03	0,50	0,01	-	-
САД (мм.рт.ст.)	-0,36	0,07	-	-	0,45	0,02
ОПСС (дин.с/см)	-0,61	0,001	-0,35	0,08	-0,34	0,09
РБС (кг/м)	-	-	0,35	0,08	-	-

Корреляционный анализ гемодинамических показателей после дозированной физической нагрузки обнаружил практически такие же зависимости с содержанием цинка, а в восстановительном периоде такие корреляции имели место в основном для параметров, характеризующих артериальное давление (табл. 1).

Таким образом, значение цинка для сердечно-сосудистой системы проявляет себя уже в состоянии физиологического покоя. Это обстоятельство и характер выявленных корреляционных связей свидетельствует о важной роли цинка, поскольку главные гемодинамические показатели МОК и его производное СИ, представляющий собой отношение минутного объема крови в л/мин к поверхности тела в м<sup>2</sup>, с высокой степенью вероятности прямо зависели от уровня цинка, а общее периферическое сопротивление сосудов находилось в обратной корреляционной зависимости от содержания цинка в организме.

Для меди была выявлена только одна положительная корреляционная связь на уровне тенденции с длительностью сердечного цикла в восстановительном периоде  $R_s = 0,34$  и  $p < 0,08$ , что свидетельствует о значении этого элемента для хронотропной функции сердца.

### ВЫВОДЫ

1. Выявлен дефицит цинка и меди у школьников г. Симферополя в возрасте 12-13 лет.
2. Обнаружены достоверные корреляционные связи показателей сердечной деятельности и гемодинамики в состоянии физического покоя, после физической нагрузки и в восстановительном периоде. Плотность корреляционных связей колебалась от слабой до умеренной, но имела высокий уровень доверительной вероятности.
3. Характер корреляционных связей свидетельствует о положительном влиянии цинка на уровень кровоснабжения тканей.
4. Цинк был более значим для сердечно-сосудистой системы ( $0,30 < R_s < 0,50$ ;  $0,001 < p < 0,09$ ) чем медь, которая обнаружила корреляционную связь только с длительностью сердечного цикла ( $R_s = 0,40$ ;  $p < 0,04$ ).

### Список литературы

1. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. – Новосибирск: СО РАМН, 2002. – 230 с.
2. Студеникин М.Я., Ефимова А.А. Экология и здоровье детей. – М.: Медицина, 1998. – 195 с.
3. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Оникс 21 век МИР 2004. – 215 с.
4. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине. – М.: Издательский дом «Оникс 21 век», 2004. – 272 с.
5. Taneja S.K., Mandal R., Girhotra S. Long term excessive Zn-supplementation promotes metabolic syndrome-X in Wistar rats fed sucrose and fat rich semisynthetic diet // Indian. J. Exp. Biol. – 2006. – № 44 (9). – P. 705-723.
6. Tomat A.L., Weisstaub A.R., Jauregui A. et al. Moderate zinc deficiency influences arterial blood pressure and vascular nitric oxide pathway in growing rats // Pediatr. Res. – 2005. – № 58 (4). – P. 672-678.
7. Reunanen A., Knekt P., Marniemi J. et al. A Serum calcium, magnesium, copper and zinc and risk of cardiovascular death // Eur. J. Clin. Nutr. – 1996. – № 50 (7). – P. 431-438.
8. Hennig B.; Toborek M.; McClain C.J. Antiatherogenic properties of zinc: implications in endothelial cell metabolism // Nutrition. – 1996. – №12 (10). – P. 711-718.
9. Борщев К.К., Кудрявцев В.А. Основные физиологические, биохимические и клинические константы здорового организма взрослых и детей. – Архангельск, 1992. – 111 с.
10. Cheng P.Y., Chen JJ, Yen MH. The expression of heme oxygenase-1 and inducible nitric oxide synthase in aorta during the development of hypertension in spontaneously hypertensive rats // Am. J Hypertens. – 2004. – №17(12 Pt 1) – P. 1127-1161.

*Поступила в редакцию 10.12.2006 г.*