

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/м²); общему периферическому сопротивлению сосудов (ОПСС, дин/см²); 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 ²)	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 м², 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.