

УДК 616.1/9-02:614.7

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПОДРОСТКОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ БИОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ

Евстафьева И.А., Решетняк О.А., Евстафьева Е.В., Гружевский В.А., Гружевская В.Ф.

Микроэлементозы играют важную роль в функционировании всех живых организмов. Избыток или недостаток в организме отдельных химических элементов или их соединений нередко приводит к возникновению патологических состояний. Особой патогенностью при этом отличаются тяжелые металлы (ТМ) – загрязнители среды обитания [1]. Одним из наиболее чувствительных показателей, свидетельствующих об изменении качества окружающей среды и условий жизни в целом, является состояние здоровья детского населения. В настоящее время в литературе имеется крайне ограниченное количество работ о взаимосвязях содержания микроэлементов и показателей сердечно-сосудистой системы (ССС), которые не дают достаточно полного представления о том, как реализуется в организме взаимодействие микроэлементов между собой и как это взаимодействие отражается на функции системы кровообращения [2].

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение особенностей реагирования сердечно-сосудистой системы пятнадцатилетних подростков в зависимости от количества мышьяка, цинка и меди в организме на физическую нагрузку.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимало участие 25 подростков (мальчиков), проживающих в г. Симферополе, у которых определяли содержание мышьяка (As), цинка (Zn) и меди (Cu) в волосах и физиологические показатели, характеризующие состояние ССС. Содержание биоэлементов определяли рентгено-флюоресцентным методом в лаборатории ВИРИА при Институте медицины труда АМН Украины.

Состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по показателям: амплитуды дифференцированной реограммы (АДР, Ом/с), среднего артериального давления (САД, мм.рт.ст), общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС, дин.с/см), минутного объема крови (МО, л/мин), сердечного индекса (СИ л/мин/м²), частоты сердечного сокращения (ЧСС, уд/мин.), длительности сердечного цикла (ДСЦ, с), механической работы сердца (РБС, кг/м), фазы изгнания крови (ФИ, с), временного показателя (ВП, с), относительного временного показателя (ОВП, %) посредством компьютерной реографии в состоянии физиологического покоя и

после 12 минутной нагрузки на велоэргометре. Для каждого показателя нами была рассчитана абсолютная (АА) и удельная амплитуда (УА) прироста показателя после физической нагрузки [3]. Регистрацию проводили методом тетраполярной грудной компьютерной реографии посредством анализатора РА5-01. Подробности методики были описаны ранее [3]. Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного метода по Спирмену.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, следует отметить, что содержание As в волосах находилось в пределах нормы для данной возрастной категории. Содержание Zn находилось на нижней границе условной нормы, а содержание Cu – ниже условной нормы (табл.1). По данным [1] наиболее распространенными гипомикроэлементозами являются Zn и Cu. Низкий уровень Zn в волосах, признанный в качестве индикатора дефицита Zn, встречается в России в среднем у 20-40% детей, тогда как низкий уровень Cu – в 6-22% случаев. Причиной этого может быть загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, такими как Pb (свинец), Cd (кадмий), Hg (ртуть), которые являются антагонистами этих элементов [4]. Известно, что Cd вытесняет Cu [4], а в ранее проведенных нами исследованиях у этих же подростков содержание Cd находилось на уровне верхней границы нормы [5], что также может быть причиной низкого содержания Cu.

Таблица 1.

Концентрация металлов в волосах исследуемых подростков

Элемент	Концентрация в волосах (мкг/г)			
	Минимальная	Максимальная	Средняя	Условная норма
As (мышьяк)	0,21	2,42	1,4	0-2,5
Zn (цинк)	84,4	113,1	117,6	115-250
Cu (медь)	5,93	12,47	8,45	9-40

Значения исследуемых показателей сердечно-сосудистой системы в среднем соответствовали нормативным значениям для этой возрастной категории [6], то есть либо находились в пределах принятой физиологической нормы, либо незначительно отличались от нее у отдельных подростков (табл. 2).

Корреляционный анализ показателей сердечной деятельности с содержанием данных металлов в волосах позволил констатировать следующее.

В состоянии физиологического покоя не обнаружено статистически достоверной связи показателей сердечной деятельности с содержанием As, Zn и Cu в волосах подростков.

Регистрация изучаемых показателей сердечно-сосудистой системы после выполнения проб и их анализ на предмет выявления взаимосвязи реагирования на физическую нагрузку с содержанием в организме микроэлементов выявила следующее. После физической нагрузки обнаружены связи, приближающиеся к достоверным, для As и АДР (табл. 3), что согласуется с литературными данными о влиянии этого металла на стенки сосудов [1]. Считают, что вазоконстрикция,

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

индуцированная As, опосредована С-фосфорилированием в гладких мышцах и, что кальциевая сенситизация является одним из ключевых механизмов повышения сократимости гладких мышц сосудов под действием As [7].

Таблица 2.
Показатели сердечно-сосудистой системы обследуемых подростков в состоянии покоя

Показатели	Среднее значение ± стандартное отклонение	Норма
ЧСС (уд/мин)	76,5±15,2	60-75
УО (мл)	71,2±25,7	70-80
МО (л/мин)	5,57±1,8	4-5
ДСЦ (с)	0,78±0,17	0,6-1,2
ОПС (дин с/см ²)	1245±105	1270-1490
РБС (кг/м)	7,03±1,1	6,3-7,8
ФИ (с)	0,24±0,04	0,2-0,3
ВП (с)	0,13±0,02	0,12- 0,16
ОВП (%)	18,6±7,8	не более 20
АДР (Ом/с)	1,700±0,6	1,3-1,8
СИ (л/мин/м ²)	3,86±1,0	3-5,66

Таблица 3.
Корреляционный анализ показателей сердечно-сосудистой системы и металлов в волосах

Металл	Показатели	Коэффициент корреляции после нагрузки (r)	Уровень значимости после нагрузки
As	АДР	0,38	0,07
As	УА АДР	0,38	0,07
Zn	САД	0,51	0,02
Zn	УА САД	0,51	0,02
Zn	ОПСС	0,57	0,007
Zn	УА ОПСС	0,57	0,007
Cu	МО	-0,36	0,09
Cu	УА МО	-0,36	0,09
Cu	СИ	-0,39	0,07
Cu	УА СИ	-0,39	0,07
Cu	А СИ	-0,37	0,09

Обнаружены связи, приближающиеся к достоверным для показателей Си и МО с содержанием Си в организме (табл. 3). В то же время установлена высоко достоверная корреляционная связь Zn с показателями САД и ОПСС (табл.3).

Таким образом, As и Zn были значимы для сосудистой системы, в то время как Си оказывала влияния на показатели сердечной деятельности.

Что касается характера обнаруженных корреляционных связей, то с содержанием As и Zn у показателей сосудистой системы такая связь была положительной, а с Си и показателями сердечной деятельности - отрицательной. Так, положительная

корреляционная связь изменений сердечной деятельности с уровнем Zn при физической нагрузке может свидетельствовать о том, что чем больше содержание Zn в организме, тем больше абсолютная и удельная изменений САД. Наличие аналогичной связи Zn с ОПСС свидетельствует о том, что влияние Zn на артериальное давление опосредовано его влиянием на периферическое сопротивление сосудов.

В литературе имеются данные экспериментальных и клинических исследований о влиянии этих элементов на функциональное состояние возбудимых тканей (нервную, гладкомышечную, миокард) [2].

Выполнение физической нагрузки в настоящем исследовании позволило обнаружить достоверную связь исследуемых показателей сердечно-сосудистой системы с содержанием As, Zn и Cu в организме. Таким образом, по нашим данным и по данным натуральных исследований, можно констатировать физиологическую значимость этих микроэлементов для функционирования системы гемодинамики даже в очень низких количествах, что подтверждает их эссенциальность.

ВЫВОДЫ

1. Обнаружено, что у 15-летних школьников г. Симферополя содержание As в физиологически стабильных тканях (волосах) находилось в пределах условной нормы, Zn - на уровне нижней границы нормы, а Cu – ниже нормы.

2. Установлена достоверная ($0,007 \leq p \leq 0,02$) или приближающаяся к ней ($0,09 \leq p \leq 0,07$) корреляционная связь состояния сосудистой системы с As и Zn показателей сердечной деятельности с Cu при предъявлении физической нагрузки на велоэргометре, в то время как в состоянии физиологического покоя такой зависимости от уровня элементов не выявлено. Плотность корреляционных связей колебалась от 0,36 до 0,51. Наиболее значимые связи установлены для Zn.

3. Выявленные корреляционные связи подтверждают эссенциальный характер As, Cu, Zn в физиологических или близких к ним дозах для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы.

Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология.- М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян Н.А., Велданова М.В., Скальный А.В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. – М.: КМК, 2001. – 236 с.
3. Евстафьева И.А. Особенности реагирования системы кровообращения на физическую нагрузку у школьников в зависимости от содержания ртути в организме // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2001. – Т. 14 (53), № 2. – С.58-63.
4. Скальный А.В. Микроэлементозы человека. – М.: КМК, 2001. – 96 с.
5. Евстафьева Е.В., Павленко В.Б., Евстафьева И.А., Слюсаренко А.Е. Особенности функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой и иммунной систем в связи с содержанием свинца и кадмия в организме // Таврический медико-биологический вестник. – 2002. – Т.5. - № 4. – С.106-111.
6. Евстафьева Е.В. Экологические аспекты современной медицины // Вест. медико-биол. наук. – 1998. - №1-2. - С. 32-35.
7. Lee M. Y., Lee Y.H., Lim K. N. Inorganic arsenite potentiates vasoconstriction through calcium sensitization in vascular smooth muscle // Environ. Health Perspect. – 2005. – Issue 113. – Vol. 10. – P 1330-1335.

Поступила в редакцию 20.05.2006 г.