

УДК 616.1/9-02:614.7

СЕРДЕЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ И ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ

Гливенко А. В., Евстафьева И. А., Евстафьева Е. В., Грузжевская В. Ф., Демченко В. Ф.

В последние десятилетия отмечается устойчивый рост заболеваний сердечно-сосудистой системы. Для некоторых из них показана экологическая обусловленность [1]. Среди факторов внешней среды, способных оказать существенное негативное влияние на организм, особое место занимают тяжёлые металлы [2; 3]. Их эффекты могут усугубляться дефицитом основных элементов, с которыми многие токсичные металлы находятся в конкурентных отношениях [4; 5]. В то же время, физиологическая роль многих основных элементов остается недостаточно изученной. Особенно важным представляется выяснение их роли для функционирования систем организма на фоне количественных изменений других элементов. Предполагается, что механизм этого влияния на сердечно-сосудистую систему, в частности на сердечную деятельность, может быть как прямым – через изменение физиологических свойств миокарда, так и опосредованным – через нервную регуляцию сердечной деятельности [6]. Общеизвестно регуляторное влияние на сердце таких элементов, как кальций и калий. В то же время существуют данные о развитии дефицита кальция, меди и цинка при избыточном поступлении кадмия и свинца в организм [4; 7]. Особенно от микроэлементного дисбаланса страдают дети, в связи с незрелостью систем регуляции функций. Ранее [3] нами было показано влияние кадмия при фоновой экспозиции на хронотропную функцию сердца.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось определение физиологической значимости некоторых основных и токсичных химических элементов для хронотропной функции сердца подростков г. Симферополя в условиях фоновой экспозиции.

Материал и методика

Выполнено обследование 26 15-летних школьников (мальчиков) г. Симферополя, проживающих и обучающихся в районе с интенсивным транспортным движением. Хронотропную функцию сердца оценивали посредством тетраполярной грудной компьютерной реографии. Подробно методика описана ранее [8].

Анализировали следующие показатели хронотропной функции сердца: частоту сердечных сокращений (ЧСС/мин.); длительность сердечного цикла (ДСЦ, с);

длительность фазы изгнания (ФИ, с); временной показатель (ВП, с), характеризующий длительность периода повышения внутрижелудочкового давления и первой фазы изгнания; относительный временной показатель (ОВП), характеризующий процентное соотношение временного показателя (ВП) к длительности сердечного цикла в покое и при физической нагрузке. В качестве физической пробы использовали стандартную нагрузку “W 150” на велоэргометре. Испытуемому предлагали последовательно выполнить на велоэргометре нагрузку умеренной интенсивности (75 Вт) с частотой вращения педалей 60 об/мин. Через каждые 3 минуты нагрузку увеличивали на 25 Вт и доводили до 150 Вт. Учитывая то обстоятельство, что при компенсированном напряжении адаптационных процессов прежде всего возникают изменения в реактивности организма, рассчитывали удельную амплитуду (УА) изменений показателей при физической нагрузке, отнесенную к исходному значению показателя в покое. Ее вычисляли по формуле $УА = X_1 - X_0 / X_0$, где X_0 – исходное значение показателя до пробы, X_1 – его значение после проведения функциональной пробы.

Определение металлов проводили рентгено-флуоресцентным методом в прикорневой части волос. Определяли содержание кальция, цинка, меди. Ранее у этой же группы детей было определено количество токсичных элементов кадмия и свинца [3].

Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного метода Спирмена.

Результаты и обсуждение

Количественное содержание изученных элементов характеризовалось дефицитом у всех обследованных подростков основных биофильных элементов: железа, меди и кальция. При этом дефицит кальция носил тотальный характер, а для калия было характерно превышение условной нормы (табл.1). Ранее у значительной части этих же детей было выявлено превышение содержания свинца и кадмия при среднем содержании, приближающемся к верхней границе условной нормы. Таким образом, полученные результаты подтверждают описанные в литературе данные о сочетании микроэлементозов токсичных элементов на фоне дефицита основных, в частности кальция и меди, выявляемых при биомониторинговых [4] и экспериментальных [7] исследованиях.

Результаты корреляционного анализа показателей хронотропной функции и содержания исследуемых металлов приведены в табл. 2. Они свидетельствуют о достоверной связи длительности сердечного цикла с содержанием кальция в организме, что находится в соответствии с известным положительным хронотропным эффектом влияния кальция на сердечную деятельность. Учитывая синергичность действия кальция и кадмия, для которого ранее [3] показано существенное влияние на хронотропную функцию сердца, а также выявленный дефицит кальция и повышенное в ряде случаев содержание кадмия в организме обследованных подростков, можно

Таблица 1

Концентрация металлов в волосах подростков

Элемент	Концентрация элемента в волосах (мкг/г)			
	Минимальная	Максимальная	Средняя	Условная норма
Сu (медь)	5,93	12,47	8,45	9-40
Са (кальций)	93,75	414,12	255,97	500-1500
Zn (цинк)	85,4	133,1	117,6	115-250
Fe (железо)	12,01	32,74	18,93	20-80
К (калий)	78,4	435,4	205,2	70-200

Таблица 2

Данные корреляционного анализа электрофизиологических показателей и содержания химических элементов

	Са	Сu	Se	К
ДСЦ в покое	**(--)	*(-)		
ОВП после нагрузки			***(+)	
УА ОВП			***(+)	

Примечание: "***" означает наличие положительной или отрицательной корреляционной связи при уровнях доверительной вероятности: * – 92-94%, ** – 95-98%; *** – более 99%.

полагать, что это в какой-то степени способствует компенсации недостатка кальция по отношению к деятельности сердца. Однако за пределами рассмотрения остаются другие возможные последствия дефицита этого полифункционального элемента.

Кроме этого, установлена высоко достоверная зависимость изменений ОВП после физической нагрузки от уровня калия в волосах, что свидетельствует об увеличении длительности фазы напряжения и быстрого изгнания крови относительно общей длительности сердечного цикла при увеличении содержания калия и также соответствует широко известным хронотропным эффектам этого элемента. Однако наличие реакции со стороны ОВП, а не в ДСЦ или ЧСС может свидетельствовать о некоторой специфике действия этого элемента на хронотропную функцию. Можно предположить, что в данном случае имеет место скорее дромотропное влияние, то есть изменение скорости проведения возбуждения по рабочему миокарду.

Для других элементов (цинка, меди) достоверных корреляций с показателями, характеризующими хронотропную функцию сердца, не выявлено, хотя тенденция к зависимости ДСЦ от содержания меди имела место ($r=-0,39$, $p<0,07$), что свидетельствует о некотором сходстве влияния этого элемента с кальцием.

Выводы

1. Определение микроэлементного баланса в организме 26 городских подростков в условиях фоновой экспозиции выявило тотальный дефицит кальция, а также значительный дефицит меди, железа и в отдельных случаях цинка на фоне повышенного содержания калия.

2. Обнаружена положительная корреляционная связь длительности сердечного цикла с уровнем содержания кальция и отрицательная корреляция относительного временного показателя с уровнем содержания калия в организме.

3. Цинк и медь не оказывали значимого влияния на сердечную деятельность.

Список литературы

1. Гичев Ю. П. Современные проблемы экологической медицины. – Новосибирск: СО РАМН, 1996. – 174 с.
2. Зербіно Д. Д., Соломенчук Т. Н. Свинець: ураження судинної системи // Український медичний часопис. – 2002. – № 2 (28). – С. 79-84.
3. Евстафьева Е. В., Павленко В. Б., Евстафьева И. А., Слюсаренко А. Е., Гружеская В. Ф., Демченко В. Ф. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем в связи с содержанием свинца и кадмия в организме // Таврический медико-биологический вестник. – 2002. – № 4. – С. 106–111.
4. Агаджанян Н. А., Велданова М. В., Скальный А. В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. – М.: РУДН – 2001. – 236 с.
5. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина. – 1991. – 496 с.
6. Евстафьева І. А. Особливості функціонального стану центральної нервової та серцево-судинної систем у зв'язку зі вмістом важких металів в організмі підлітків: Автореферат дис. ... канд. біол. наук. – Сімферополь, 2003. – 24 с.
7. Baranski V. Effect of cadmium exposure on development and tissue cadmium, copper and zinc concentrations in rats // Arch. Toxicol. – 1986. – N 58. – P. 255-260.
8. Евстафьева И. А. Физическая нагрузка как функциональная проба для выявления компенсированных изменений сердечной деятельности у детей с различным содержанием ртути в волосах // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2000. – Т. 2, № 13. – С. 9-14.

Поступила в редакцию 17.03.2003 г.