

УДК 616.1/9-02:614.7

## ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У ШКОЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ОРГАНИЗМЕ

*Евстафьева И. А.*

За последнее десятилетие у детей, проживающих в неблагоприятных экологических регионах, общее число заболеваний увеличилось на 48%. На момент поступления в школу 80% детей имеют отклонения в здоровье, а ко времени ее окончания количество абсолютно здоровых уменьшается в 5–6 раз. В структуре патологии одно из ведущих мест (41,4%) занимают заболевания сердечно-сосудистой системы (вегето-сосудистая дистония, кардиопатия, пороки сердца и др.) [11].

В региональном разрезе наивысший уровень заболеваемости отмечается в тех областях, где высокий удельный вес в структуре народного хозяйства составляют отрасли тяжелой промышленности [6]. Наибольшую опасность для здоровья представляют тяжелые металлы, в частности, ртуть. В доступной литературе не обнаружены работы, позволяющие оценить возможное влияние последней на функционирование сосудистой системы, за исключением данных о более высоком содержании ртути в моче больных с заболеваниями периферических сосудов нижних конечностей [14].

В нашей работе было проведено исследование системы кровообращения у подростков, проживающих и обучающихся в школе поблизости от бывшей городской свалки, в почве которой были обнаружено высокое содержание ртути.

### МЕТОДИКА

В исследовании приняло участие 25 подростков (мальчиков), у которых определяли содержание ртути в волосах и физиологические параметры, характеризующие состояние сосудистой системы.

Изучение токсикодинамики ртути в организме показало, что содержание ртути в волосах коррелирует с ее содержанием во внутренних средах организма [2,9]. Определение ртути проводили атомно-абсорбционным методом на фотометре «РАФ-1».

Изучали следующие показатели системы кровообращения: общее периферическое сопротивление сосудов (ОПС, дин с/см), амплитуду дифференцированной реограммы (АДР, Ом/с), среднее артериальное давление (САД, мм рт.ст.) в покое и после стандартной физической нагрузки (W 150) на велоэргометре.

Регистрацию проводили методом тетраполярной грудной компьютерной

реографии посредством анализатора РА5-01. Электроды накладывали следующим образом: токовые I и I\* – на голову и поясничную область; электроды напряжения (U и U\*) – на шею и грудь на уровне мечевидного отростка. Качество наложения датчиков проверяли по индикации сигналов.

Испытуемому предлагалось 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.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартного пакета программ «Statistica» посредством непараметрического корреляционного метода Спирмена [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего следует отметить, что содержание ртути в волосах детей колебалось от 0,06 до 0,3 мкг/г и в среднем составило 0,134. При этом безопасным уровнем ртути в крови считают 100 мкг/л, а в волосах 30-40 мкг/г [12], хотя по другим литературным данным эти величины должны быть в несколько раз ниже. Однако изучение фонового содержания ртути в волосах у населения различных стран мира демонстрирует широкую вариабельность концентраций, которые колебались от 1,1 в Канаде до 6,3 мкг/г в США. Содержание же ртути в волосах детей, проживающих в техногенных геохимических аномалиях вблизи «ртутных» производств превышает в 1,5-2,0 раза фоновые значения.

Таким образом, содержание ртути в организме обследованных детей, оцениваемое по ее количеству в волосах, не превышало безопасный уровень.

Анализ данных регистрации показателей системы кровообращения позволил констатировать следующее.

В состоянии физиологического покоя исследуемые показатели либо находились в пределах принятой физиологической нормы, либо незначительно отличались от нее. Так, в нашем исследовании общее периферическое сопротивление сосудов в среднем составило 1040,3 дин с/см (+469,3). По данным [3] значения ОПС составляют: лежа 1490 дин с/см, стоя – 1270 дин с/см. При физической нагрузке ОПС может составлять 555-415 дин \*с/см.

АДР в покое по данным литературы составляет 1,3-1,8 Ом/с; при понижении тонуса сосудов – снижается до 1,1 Ом/с, а при повышении сосудистого тонуса в покое может достигать 2,3 Ом/с [13]. В нашем эксперименте средний показатель амплитуды дифференцированной реограммы составил 2,9 Ом/с (+0,5), что несколько выше, чем нормативные значения. По-видимому, этот факт можно расценивать как свидетельство некоторого повышения симпатического тонуса.

Показатель САД в покое в нашем исследовании составил 93,7 мм.рт.ст. По данным [2] в норме САД составляет 62,5-110,1 мм.рт.ст.

Непараметрический корреляционный анализ показал, что в состоянии физиологического покоя не обнаружена статистически достоверная связь исследуемых показателей с содержанием ртути в волосах.

При физической нагрузке, однако, обнаружены тенденции к появлению такой связи, тем не менее не достигающей уровня достоверной вероятности. Так, для

ОПС и содержания ртути по результатам корреляционного анализа коэффициент корреляции  $r$  составил  $-0,36$  при  $p < 0,1$ ; для АДР эти показатели составили  $r = 0,38$  при  $p < 0,1$  соответственно. Что касается такого показателя как САД, то ни в состоянии покоя, ни после физической нагрузки достоверной связи с содержанием ртути не обнаружено.

С теоретических позиций механизмов адапционных процессов [5] представляет интерес не столько анализ абсолютных значений показателей, сколько амплитуда их изменений в результате функциональной пробы, характеризующая реактивность исследуемой системы. Она вычислялась по формуле  $X_1 - X_0$ , где  $X_0$  – исходное значение показателя до пробы,  $X_1$  – его значение после проведения функциональной пробы. В этом случае обнаружили статистически достоверную зависимость от содержания ртути в организме для такого показателя как САД и ОПС (табл.1).

Таблица 1

Физиологические показатели системы кровообращения у детей с различным содержанием ртути в волосах в состоянии физиологического покоя и после физической нагрузки.

Стат. параметры	R (коэфф.корреляции)		P (уровень значимости)	
	В покое	После физ. нагрузки	В покое	После физ. нагрузки
ОПС	0,12	-0,36	0,57	0,12
АДР	0,06	0,38	0,76	0,10
САД	-0,15	-0,27	0,49	0,25
Дельта-ОПС		-0,49		0,03
Дельта-АДР		0,17		0,48
Дельта-САД		-0,47		0,05
Дельта-ОПС/ОПС		-0,49		0,02
Дельта-АДР/АДР		0,38		0,11
Дельта-САД/САД		-0,44		0,07

Для того, чтобы оценить удельный прирост показателя в результате физической нагрузки нами был введен и вычислен удельный коэффициент как отношение разности величин показателя до и после нагрузки к исходной величине данного

показателя. В этом случае достоверная связь была подтверждена для ОПС с более высоким, а для САД с менее высоким уровнем доверительной вероятности ( $p < 0,02$  и  $p < 0,07$  соответственно).

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что в состоянии физиологического покоя не обнаруживается какая-либо связь функциональных показателей сосудистой системы с содержанием ртути в организме в низких дозах. На основании выявленных величин АДР можно предполагать некоторое повышение симпатического тонуса у обследованных детей, однако результаты настоящего исследования не позволяют прямо связать этот факт с содержанием ртути, хотя одним из известных следствий ртутной интоксикации является повышение симпатического тонуса [8, 9].

Известно, что при длительном воздействии химических факторов в низких дозах в организме развиваются компенсированные изменения (частичная или компенсированная адаптация), выявить которую можно посредством функциональных нагрузок [10].

Действительно, выполнение физической нагрузки позволило обнаружить достоверную связь большинства исследуемых показателей с содержанием ртути в организме, что позволяет говорить о значимости этого поллютанта для функционирования сосудистой системы даже в очень низких количествах. Эта связь носила отрицательный характер, то есть чем выше было содержание ртути в волосах детей, тем менее выраженные изменения диаметра сосудов и периферического сопротивления имели место вследствие физической нагрузки. Известно, что физическая нагрузка снижает симпатический тонус, что приводит к расширению сосудов и снижению ОПС [3, 8]. Следовательно, и эти результаты эксперимента свидетельствуют о том, что у обследованных детей имело место повышение симпатического тонуса, степень которого зависела от уровня ртути.

## ВЫВОДЫ

1. Содержание ртути в организме в низких дозах не сказывается на состоянии сосудистой системы в покое, однако способствует возникновению компенсированных изменений, которые обнаруживаются при предъявлении физической нагрузки.

2. Выявлена отрицательная корреляционная связь между количеством ртути в волосах и изменениями общего периферического сопротивления сосудов и средним артериальным давлением при физической нагрузке ( $r = -0,49$ ,  $p < 0,02$ ,  $r = -0,47$ ,  $p < 0,05$ ).

3. Полученные результаты в совокупности с литературными данными о механизмах влияния ртути на организм свидетельствуют, что чем больше количество ртути в волосах, тем выше вероятность повышения симпатического тонуса, даже если уровень ртути не превышает безопасный.

Работа выполнена в рамках проекта «Protection of Human Health from pollution», грант №ОЕК-002-98-001 фонда Novib.

**Список литературы**

1. Абрамов М. С. Артериальное давление у здорового населения. – Т.: Медицина, 1986. – 116 с.
2. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. Амосов Н. М., Бендет Я. А. Физическая активность и сердце.-3-е изд., перераб. и доп. – К.: Здоровья, 1989. – 216 с.
4. Боровиков В. П., Боровиков И. П. STATISTICA® – статистический анализ и обработка данных в среде Windows®. Издание 2-е, стереотипнос. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. – 608 с.
5. Евстафьева Е. В. Экологические аспекты современной медицины // Вест. медико-биол. наук. – Симферополь: КГМУ. – 1998. – №1-2. – С. 32-35.
6. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука. – 1980. – 190 с.
7. Куценко В. И. Сфера воспроизводства здоровья населения (социально-экономический и региональный аспект). – К.: Наукова думка, 1994. – 223 с.
8. Ритм сердца у спортсменов / Под ред. Р. М. Баевского и Р. Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 143 с.
9. Руководство по судебно-медицинской экспертизе отравлений (под ред. Р. В. Бережного). – М.: Медицина. – 1980. – 90 с.
10. Трахтенберг И. М. Современные аспекты экспериментального изучения воздействия химических соединений в малых концентрациях // Прогнозирование токсичности и опасности химических соединений. – М., 1987. – С. 58-68.
11. Экопатология детского возраста / Сб. статей и лекций. – 1995. – 118 с.
12. Jelliffe Ed. E. F. P. Adverse effects of foods. – New York, 1982. – 601 p.
13. Gangoli S.D. Toxicological aspects of food safety // Food Chemistry. – 1983. – 11. – P. 339-346.
14. Andersen K., Shephard R. S., Denolin H. Fundamentals of exercise testing. – WHO, Geneva, 1971. – P. 135.
15. Cibulka J., Mader P. Současné problémy s kontaminací našeho životního prostředí tzv. Těžkými kovy // Cas. Lek. Cesk. – 1990. – 129, № 32. – С. 993-997.
16. Zeng-Chang. Determination of arsenic and patients with blackfoot disease // Toxicol. And Environ. Health. – 1993. – 39, №2. – P. 148-154.