

УДК 612.8+612.17-053.6:546.19

© Ю. А. Барабан, 2010.

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ МЫШЬЯКА В ОРГАНИЗМЕ ПОДРОСТКОВ 13-14 ЛЕТ

Ю. А. Барабан

Кафедра нормальной физиологии (заведующая кафедрой – профессор Е.В. Евстафьева), Государственное учреждение «Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского», г. Симферополь

### FUNCTIONAL STATE OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM AND CARDIO-VASCULAR SYSTEM IN 13-14 YEAR OLD CHILDREN

Yu. A. Baraban

## SUMMARY

Arsenic content was determined in hair of the 13-14 year old children by the method of X-ray fluorescent spectroscopy and its concentration was within normal limits. Correlation between parameters of the EEG (high-frequency rhythms) and parameters of the cardio-vascular activity (heart rate, cardiac output and vascular resistance) were revealed.

### ФУНКЦИОНАЛЬНИЙ СТАН ЦЕНТРАЛЬНОЮ НЕРВОВОЮ І СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМОУ ЗВ'ЯЗКУ З ВМІСТОМ МИШ'ЯКУ В ОРГАНІЗМІ ПІДЛІТКІВ 13-14 РОКІВ

Ю. А. Барабан

## РЕЗЮМЕ

У волоссі 30-ти підлітків 13-14 років методом рентген-флуоресцентного аналізу визначений вміст миш'яку в межах умовної норми. Виявлені кореляційні зв'язки між рівнем миш'яку і високочастотними ритмами ЕЕГ-активності, які є нейрофізіологічними корелятами психічних процесів. Встановлено вплив миш'яку як на серцеву діяльність, так і на стан судинної системи, який полягав у зниженні частоти серцевих скорочень, хвилинного об'єму кровотоку і збільшенні судинного опору.

**Ключевые слова:** подростки, ЭЭГ-потенциалы, частота сердечных сокращений, сосудистое сопротивление, минутный объем кровотока, мышьяк.

В последние десятилетия возрастает интерес к микроэлементам, в особенности к тем из них, которые играют условно эссенциальную роль. К таковым относят условно эссенциальный мышьяк (As).

Соединения As присутствуют во всех животных и растительных организмах. Так, у человека он содержится в крови, тканях, особенно много – в мозговой ткани, печени и органах с развитым мышечным слоем. As оказывает влияние на окислительные процессы в митохондриях и принимает участие во многих биохимических процессах, взаимодействуя с тирозиновыми группами белков, цистеином, липоевой кислотой [7].

Фармакокинетическими индикаторами экспозиции As являются его концентрации в моче и волосах. Нормы этих показателей у детей составляет не более 1 мг/кг у детей и 3 мг/кг у взрослых. Однако, содержание As в организме и его влияние на функциональ-

ное состояние центральной нервной (ЦНС) и сердечно-сосудистой систем (ССС) детей в природных условиях городской среды остается мало исследованным. В то же время в силу морфо-функциональной незрелости именно у детей и подростков в первую очередь отмечается повышенная чувствительность к неблагоприятным влияниям антропогенной среды, в том числе обусловленным недостаточным или избыточным поступлением извне химических элементов [8].

В связи с этим целью настоящей работы явилось определение характера возможного влияния As на функциональное состояние системы гемодинамики и нейро-психофизиологический статус подростков 13-14 лет, проживающих в условиях среднего города.

Решали следующие задачи: 1) Оценить содержание As в волосах детей 13-14 лет; 2) Определить и оценить корреляционную связь между функциональ-

ным состоянием нервной системы и содержанием As; 3) Определить и оценить корреляционную зависимость функционального состояния сердечно-сосудистой системы от содержания As.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено обследование 30 подростков обоего пола 13–14 лет, проживающих и обучающихся в городских условиях (один из районов г. Симферополя, Украина).

Функциональное обследование ЦНС заключалось в оценке биоэлектрической активности мозга с помощью регистрации текущей ЭЭГ, вызванных и связанных с событием потенциалов (ВП, ССП). Подробности методики были описаны ранее [2].

Функциональное состояние ССС исследовали посредством компьютерной реографии [6] (реоанализатор РА5-01) в состоянии физиологического покоя, после физической нагрузки (проба Руфье-Диксона) и после пятиминутного восстановительного периода, регистрируя частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолическое артериальное давление (САД, мм.рт.ст.), диастолическое артериальное давление (ДАД, мм.рт.ст.), среднее артериальное давление (Ср АД, мм.рт.ст.), ударный объем сердца (УО, мл), минутный объем крови (МОК, л/мин), длительность сердечного цикла (ДСЦ, с), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин с/см<sup>2</sup>), сердечный индекс (СИ, л/мин/м<sup>2</sup>), ударный индекс (УИ, мл/м<sup>2</sup>). Обследование проводили в весенний период в одно и то же время суток. Содержание As в волосах определяли рентген-флуоресцентным методом в научно-техническом центре ВИРИА (г.Киев).

Статистический анализ данных проводился при помощи программы Statistica 6.0 (Stat-Soft, 2001). Проверку характера распределения содержания As

в волосах выполняли по критериям Колмогорова-Смирнова и Лиллифорс. О чувствительности нервной и сердечно-сосудистой систем к изменениям содержания As в организме судили по результатам корреляционного анализа по Спирмену.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты биомониторингового исследования школьников 13-14 лет показали, что среднее содержание мышьяка в волосах находилось в пределах условной нормы и составило (0,149±0,049) мкг/г. При этом характер распределения отличался от нормального. Среднее содержание As в группе девочек (14 человек) составило-(0,167±0,095) мкг/г, в группе мальчиков(16 человек) - (0,113 ±0,038) мкг/г.

Ритмические характеристики текущей ЭЭГ-активности и характеристики ВП, ССП в локусах регистрации находились в пределах возрастных нормативных значений. Согласно результатам корреляционного анализа, между спектральной мощностью (СМ) текущей ЭЭГ-активности высокочастотного диапазона при закрытых глазах и содержанием As обнаружены прямые корреляционные связи (бета1  $r_s=0,500$ ;  $p=0,005$ ) (бета2  $r_s=0,462$ ;  $p=0,011$ ), из чего следует, что при увеличении внутренней концентрации As возбудимость центральной нервной системы увеличивается. Учитывая то, что бета2 диапазон считают маркером тревожности [5], возможно, выявленная прямая корреляционная связь с ритмом бета2 и содержанием As, может также свидетельствовать о повышенной ситуативной и личностной тревожности. В нашем исследовании, это может свидетельствовать о повышении возбудимости нервной системы.

Более многочисленные корреляционные связи были обнаружены между характеристиками параметров ВП и ССП с содержанием мышьяка (табл. 1).

Таблица 1.  
Коэффициенты корреляции характеристик параметров ЭЭГ-потенциалов с содержанием As в волосах школьников 13-14 лет (n=30)

Параметры компонентов комплекса ВП, ССП и условия отведения	$r_s$ (коэффициент корреляции)	$p$ (уровень значимости)
Латентный период, мс		
N2 F3	-0,410	0,03
N2 C3	-0,369	0,05
Амплитуда, мкВ		
N1 T3	0,331	0,08
P2 O2	0,380	0,04
N1_P2 O2 (вертекс потенциал)	0,395	0,033
N1_P2 T3 (вертекс потенциал)	-0,419	0,023

Корреляционные связи между латентным периодом ВП и ССП и уровнем мышьяка установлены только для одного компонента - N2, обратный харак-

тер которой может свидетельствовать о том, что подростки с большим содержанием мышьяка в организме имеют более короткий латентный период этого

потенциала. Что касается амплитуд ВП и ССП, то выявленные корреляционные связи позволяют констатировать следующее. Считают, что компоненты P1, N1 и P2 отражают в основном автоматизированные процессы восприятия, протекающие прежде всего в подкорковых структурах и сенсорных областях коры [4]. При этом, амплитуда компонента P2 имела позитивные корреляции с As, то есть, чем выше был уровень мышьяка в организме, тем, по-видимому, больше была сила возбудительных процессов, что согласуется и с результатами анализа текущей ЭЭГ, описанными выше.

Для «вертекс-потенциала», который является прямым показателем эффективности работы испытуемых по переработке различных видов информации [9], также обнаружена корреляционная связь, причем противоположная по характеру в разных ло-

кусах и разных полушариях. Исходя из этого можно, по крайней мере, констатировать, что мышьяк может оказывать противоположное влияние на мозговую деятельность разных полушарий и, таким образом, некоторым образом влиять на функциональную асимметрию мозга.

В целом, характер выявленных корреляций дает основание говорить скорее об эссенциальности, чем нейротоксичности, As в пределах установленных корреляций.

Корреляционный анализ показателей гемодинамики подростков выявил зависимость некоторых из них от уровня мышьяка в организме. Были обнаружены достоверные и приближающиеся к ним корреляционные связи с ОПСС, ЧСС и МОК, зарегистрированные в покое, после физической нагрузки и пятиминутного восстановительного периода (табл. 2).

Таблица 2.

Зависимость функциональных показателей центральной кардиогемодинамики от содержания As в волосах испытуемых (n=30)

Показатели кардиогемодинамики	R <sub>s</sub> (коэффициент корреляции)	p (уровень значимости)
В покое		
ЧСС- 0	<b>- 0,40</b>	0,03
После физической нагрузки		
ОПСС-1	<b>0,40</b>	0,03
ЧСС-1	- 0,35	0,06
МОК-1	<b>- 0,37</b>	0,05
После 5-минутного восстановительного периода		
ОПСС-5	0,32	0,09
МОК-5	-0,34	0,07

Корреляционный анализ показал, что As даже в пределах границ условной нормы обладает отрицательным хронотропным влиянием, как в состоянии покоя, так и при физической нагрузке. Иными словами, чем выше было содержание As, тем ниже была ЧСС обследованных подростков. Установленные корреляционные связи обратного характера между МОК и содержанием As в организме школьников этого возраста после физической нагрузки (МОК-1) и 5-минутного восстановительного периода (МОК-5), вероятно, были опосредованы его отрицательным хронотропным действием.

В то же время для ОПСС были установлены прямые корреляционные связи после физической нагрузки и 5-минутного восстановительного периода, которые могут свидетельствовать о повышении сосудистого тонуса с увеличением содержания As в организме, что согласуется с данными литературы [3, 1, 10].

#### ВЫВОДЫ

1. Среднее содержание мышьяка в волосах школьников 13-14 лет, проживающих в условиях городской среды, составило (0,149±0,049) мкг/г и нахо-

дилось в пределах условной нормы.

2. Выявлены корреляционные связи между уровнем мышьяка и высокочастными ритмами ЭЭГ-активности (0,46<r<0,50; 0,005<p<0,01) и связанными с событиями потенциалами (0,37<r<0,42; 0,05<p<0,02), которые являются нейрофизиологическими коррелятами психических процессов. Характер связей позволяет говорить скорее об эссенциальной роли этого элемента в пределах выявленных физиологических концентраций.

3. Установлено, мышьяк обладает определенным влиянием как на сердечную деятельность, так и на состояние сосудистой системы, способствуя снижению частоты сердечных сокращений, минутного объема крови и увеличению сосудистого сопротивления. При этом плотность корреляционных связей была невысокой (0,32<r<0,40), но существенной (0,03<p<0,09).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А. Экологический портрет человека и роль микроэлементов / Н.А. Агаджанян, М.В. Велданова, А.В. Скальный. — М., 2001. — 236 с.

2. Залата О.А. Анализ ЭЭГ-активности у школьников 12-13 лет в связи с содержанием кальция и стронция в организме по данным биомониторингового исследования / О.А. Залата // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения : тр. КГМУ им. С.И. Георгиевского. — Симферополь, 2007. — Т. 143, ч. I. — С. 49–53.
3. Микроэлементозы человека / [А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова]. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.
4. Павленко В.Б. Роль коры мозга и подкорковых аминэргических систем в формировании целенаправленного поведения: дисс. ... докт. биол. наук: №03.00.13 / Павленко Владимир Борисович. — К., — 2005. — 367 с.
5. Павленко В.Б. ЭЭГ-корреляты тревоги, тревожности и эмоциональной стабильности у взрослых здоровых испытуемых / В.Б. Павленко, С.В. Черный, Д.Г. Губкина // Нейрофизиология. — 2009. — Т. 41, №5. — С. 6.
6. Пушкарь Ю.Т. Большов В.М., Елизарова Н.А. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его методические возможности // Кардиология. — 1977. — № 7. — С. 85-90.
7. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. — М.: ОНИКС 21 век. Мир, 2004. — 272 с.
8. Скальный А.В. Микроэлементозы у детей: распространенность и пути коррекции. Практическое пособие для врачей. / А.В. Скальный, Г.В. Яцык, Н.Д. Одинаева. — Москва: 2002. — 86 с.
9. Noradrenergically mediated plasticity in a human attentional neuronal network / [J.T. Coull, C. Buchel, K.J. Friston et al] // Neuroimage. — 1999. — V. 10, № 6. — P. 705-715.
10. WHO. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution „Effects of low exposure levels“. — Copenhagen: WHO, 2007. — P. 68-70.