

УДК 616.1/9-02:614.7

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДРОСТКОВ И СОСТОЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО БАЛАНСА В ОРГАНИЗМЕ

Евстафьева И. А., Репинская Е.В., Павленко В. Б., Залата О.А., Щеголева М. Г.

Химическое загрязнение окружающей среды приводит к поступлению избыточного количества химических элементов техногенного происхождения во внутреннюю среду организма человека. Являясь компонентами древней физиологической системы, регулирующей жизненные функции организма на всех стадиях развития [1], микроэлементы существенным образом могут изменять его функциональное состояние, и в случае значительных количественных изменений приводить к возникновению патологических состояний и заболеваний. Особенно важно это в случае с изменением функционального состояния самих регулирующих систем, в частности высших отделов центральной нервной системы.

По этой причине в последние годы особое внимание привлекает определение физиологической значимости различных элементов, в особенности тех из них, для которых имеет место значительное изменение содержания в окружающей среде. Чаще всего среди последних фигурируют тяжелые металлы техногенного происхождения, для которых уже известно неблагоприятное воздействие на многие важные системы организма. К их числу относится и центральная нервная система.

Техногенные микроэлементозы часто сопровождаются дефицитом жизненно важных биофильных элементов, еще более усиливая микроэлементный дисбаланс.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось определение физиологической значимости ряда химических элементов, как токсичных, так и основных, для функционального состояния центральной нервной системы подростков, как одной из наиболее уязвимых групп для неблагоприятного воздействия факторов среды [2].

Материал и методы

Обследование ЦНС заключалось в регистрации вызванных потенциалов (ВП). Характеристики когнитивных ВП в настоящее время Всемирная организация здравоохранения рекомендует для оценки нейротоксичности

химических веществ [3]. Выборочный контингент (26 человек) составили 14 – 15 -летние юноши 10-го класса одной из школ г. Симферополя, располагающейся в микрорайоне с интенсивным автомобильным движением.

Регистрацию и анализ биопотенциалов осуществляли с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа EEG-16S и компьютера IBM PC. Активность отводили монополярно, хлорсеребряными электродами, в точках С3 и С4 по системе “10-20”. Индифферентным электродом служили объединенные датчики над сосцевидными отростками черепа. При регистрации ЭЭГ частотные характеристики каналов составляли 0,3 с – 70 Гц, ВП – 10 с – 30 Гц.

ВП регистрировали, используя программу ERP. Программа обеспечивала автоматизированное предъявление пар звуковых стимулов (предупреждающего и императивного) и требовала от испытуемого моторной реакции (нажатие на кнопку правой рукой) с максимально возможной скоростью после второго из них. При этом императивный сигнал не всегда следовал за предупредительным, а вероятность его представления составляла 0,7.

Об успешности выполнения задачи испытуемый узнавал из сигналов обратной связи, зажигающихся на светодиодном табло (вертикальная черта – время реакции меньше 180 мс, горизонтальная черта – больше указанного времени). Остальные подробности методики описаны ранее [4].

Определение содержания 16 основных и 9 токсичных химических элементов в волосах производили методом рентгено-флуоресцентной спектрометрии.

Статистическую обработку результатов производили посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену с использованием программного пакета “Statistica”.

Результаты и обсуждение

Количественное содержание изученных элементов характеризовалось дефицитом у всех обследованных подростков железа, меди, серы и кальция, являющихся биофильными и играющими важную биологическую роль. Превышение условной нормы имело место для циркония и серы. В пределах условной нормы у всех обследованных находилось содержание мышьяка и хлора. Для всех остальных элементов при средних значениях, соответствующих норме, имел место выход за ее нижнюю или верхнюю границу (табл. 1).

Оставляя за пределами внимания вопрос об относительности условной нормы содержания микроэлементов, следует отметить, что в соответствии с имеющимися представлениями о норме реакции на изменение содержания микроэлементов в организме [5], приближение к ее верхней или нижней границе уже может оказаться физиологически значимым, по крайней мере для части популяции.

Таблица 1

Концентрация металлов в волосах подростков

Элемент	Концентрация элемента в волосах (мкг/г)			
	Минимальная	Максимальная	Средняя	Условная норма
As (мышьяк)	0,21	2,42	1,4	0 – 2,5
Sr (стронций)	1,12	6,1	2,31	0 – 3
Cu (медь)	5,93	12,47	8,45	9 – 40
Ca (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
Br (бром)	2,87	20,12	8,40	2 – 12
Ni (никель)	0,59	4,21	2,43	0,45 – 3,50
Se (селен)	0,77	3,13	1,94	0,30 – 1,50
K (калий)	78,4	435,4	205,2	70 – 200
Mo (молибден)	0,27	5,74	2,45	0 – 3
Cr (хром)	2,26	6,69	4,01	0,2 – 5
Cl (хлор)	371,6	566,6	469,3	140 – 860
S (сера)	14795,8	26457,1	21955,7	22000 – 60000
Rb (рубидий)	0,00	1,66	0,46	0 – 2,00
Sn (олово)	0,00	4,34	0,26	0 – 3,00
Zr (цирконий)	1,12	6,10	2,32	0 – 2,00
I (йод)	0,00	11,83	3,04	0,42 – 12,00
Ag (серебро)	0,00	5,74	0,42	0 – 2,00
Cr (хром)	0,00	6,69	3,30	0,20 – 5,00
Mn (марганец)	0,00	3,76	1,01	0 – 2,00

Примечание: значения для остальных элементов не приведены, так как они не выявлены.

Для определения этой значимости выполнен корреляционный анализ психофизиологических показателей и содержания исследуемых металлов, результаты которого приведены в табл. 2.

Прежде всего, следует отметить, что из 25 определяемых элементов значимые корреляционные связи выявлены для 5, для одного – тенденция к связи. Из них для пяти основных элементов имел место дефицит, для трех основных и одного токсичного средние значения приближались к верхней границе нормы, и содержание двух токсичных элементов колебалось в пределах условной нормы со средним значением для мышьяка, близким к среднему значению нормы. Иными словами, для подавляющего большинства коррелирующих металлов имело место либо несоответствие норме, либо приближение к её пограничным значениям.

Таблица 2

Данные корреляционного анализа электрофизиологических показателей и содержания химических элементов

Показатели	Sr	Zn	S	Se	I	Rb
P1 справа				++	++	
P1 слева			++		+++	
Латентный период P1 слева		++				
P300 справа	--	-				
Латентный период P300 слева			+			+
УНВ слева	++					
УНВ справа	+					-
УНВ терминальная слева	+		++			

Примечание: "+" или "-" означает наличие положительной или отрицательной корреляционной связи при уровнях доверительной вероятности + (-) – 92-94%, ++ (-) – 95-97%; +++ (-) – 98-99%.

Корреляционный анализ характеристик вызванных потенциалов с содержанием биофильных и токсичных элементов показал наличие достоверной зависимости от 5 элементов и тенденцию в связи для одного элемента. При этом именно в последнем случае содержание элемента (Rb) находилось в пределах нормы во всех случаях.

Известно, что вызванные потенциалы являются важным нейрофизиологическим коррелятой процессов, связанных со вниманием и восприятием значимой информации [6], а литературные данные свидетельствуют о влиянии тяжелых металлов на эти психические процессы и их электрофизиологические корреляты. В частности, известно влияние ртути, свинца на латентный период P300 [7]. Поэтому, несмотря на то, что при регистрации ВП иногда получают противоположные результаты, их считают важным показателем при нейротоксикологической оценке воздействия на организм [3; 8].

Наблюдаемые в настоящей работе корреляции не представляется возможным трактовать однозначно, однако сам факт установления такой связи свидетельствует о необходимости дальнейшего исследования влияния микроэлементного баланса на психофизиологические процессы.

Выводы

1. Определение микроэлементного баланса в организме 26 подростков по 25 основным и токсичным элементам в условиях фоновой экспозиции выявило дефицит кальция, меди, железа и серы и превышение условной нормы для циркония и серы. В пределах условной нормы у всех обследованных находилось

содержание мышьяка, рубидия и хлора. Для всех остальных элементов при средних значениях, соответствующих норме, имел место выход за ее нижнюю или верхнюю границу.

2. Выявлена достоверная корреляционная зависимость характеристик когнитивных вызванных потенциалов (латентный период и амплитуда потенциалов P1 и P300, условно негативной волны) с содержанием стронция, цинка, серы, йода, селена, содержание которых у части обследуемых не соответствовало значениям нормы, и тенденция к зависимости с содержанием рубидия.

3. Десять остальных элементов, отдельные из которых не соответствовали нормативным значениям, не влияли на характеристики вызванных потенциалов.

Список литературы

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Экология и здоровье детей. / Под ред. М. Я. Студеникина, А. А. Ефимовой. – М.: Медицина, 1998. – 384 с.
3. Биомаркеры и оценка риска: концепции и принципы. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – Женева, ВОЗ: Медицина, 1996. – 96 с.
4. Павленко В. Б., Евстафьева И. А., Евстафьева Е. В., Артов А. М. Психологические особенности и показатели биоэлектрической активности мозга у подростков в связи с содержанием ртути в организме // Таврический медико-биологический вестник. – 2000. – Т. 3. – № 3 – 4. – С. 121 – 125.
5. Ковальский В. В. Геохимическая среда и жизнь. – М.: Наука. – 1982. – 78 с.
6. Polich J. On the relationship between EEG and P300: individual differences, aging, and ultradian rhythms // International Journal of Psychophysiology. – 1997. – Vol. 26. – P. 438 – 443.
7. Grandjean F., White R. F., Sullivan K., Debes F., Murata K., Otto D. A., Weihe P. Impact of contrast sensitivity performance on visually presented neurobehavioral tests in mercury-exposed children // Neurotoxicology and Teratology. – 2001. – Vol. 23. – P. 141 – 146.
8. Arezzo J, Simson R., Brennan N. Evoked potentials in assessment of neurotoxicity in humans // Neurobehav. Toxicol. Teratol. – 1985. – N 7. – P. 299 – 304.

Поступила в редакцию 02.04.2003 г.