

УДК 612.8:614.7

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫЗВАННЫХ И СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ ПОТЕНЦИАЛОВ В СВЯЗИ С СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ И СТРОНЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ШКОЛЬНИКОВ

Залата О. А.

Функциональный антагонизм стронция и кальция хорошо известен в отношении костной ткани [1]. В то же время кальций играет важную роль в механизмах формирования возбудимости нервной ткани и реализации высших психических функций [2]. Однако вопрос о физиологической значимости этих металлов для протекания нервных процессов, особенно в условиях накопления в среде токсичных и дефицита основных элементов, практически не изучался. Такие показатели деятельности мозга как вызванные потенциалы (ВП), связанные с событиями потенциалы (ССП), нейроповеденческие тесты, познавательные функции - признаны ВОЗ в качестве биомаркеров нейротоксического действия тяжелых металлов и рекомендованы для использования при экологическом нормировании [3].

Учитывая физиологический антагонизм кальция и стронция, была поставлена цель определить физиологическую значимость данных элементов для биоэлектрических потенциалов мозга, которые являются нейрофизиологическими коррелятами высших психических функций мозга. Были поставлены следующие задачи: определить количественное содержание кальция и стронция в физиологически стабильных тканях (волосах) школьников; оценить психофизиологический статус учащихся посредством регистрации ВП и ССП; дать анализ связи исследуемых характеристик ВП и ССП с уровнем определяемых элементов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы школьники 12-13 лет (30 человек) одной из школ г. Симферополя, проживающие в условиях урбанизированной среды. Вызванные потенциалы исследовали в двустимульной парадигме GO/NO-GO при определении времени реакции (ВР). Данная парадигма основана на предъявлении испытуемому значимых (требующих моторной реакции, или GO) и незначимых (не требующих реакции, или NO-GO) стимулов. Испытуемым предъявлялись пары (30 пар) слуховых стимулов (высокий-высокий, высокий-низкий, низкий-низкий, низкий-высокий) с интервалами по 2 с внутри пары и по 4 с между парами. Длительность низкого и высокого сигналов составляла 200 мс. Низкий тон представлял собой посылку с частотой 400 Гц, а высокий – 1000 Гц. Пары тонов предъявлялись в случайном порядке с одинаковой (50 %)

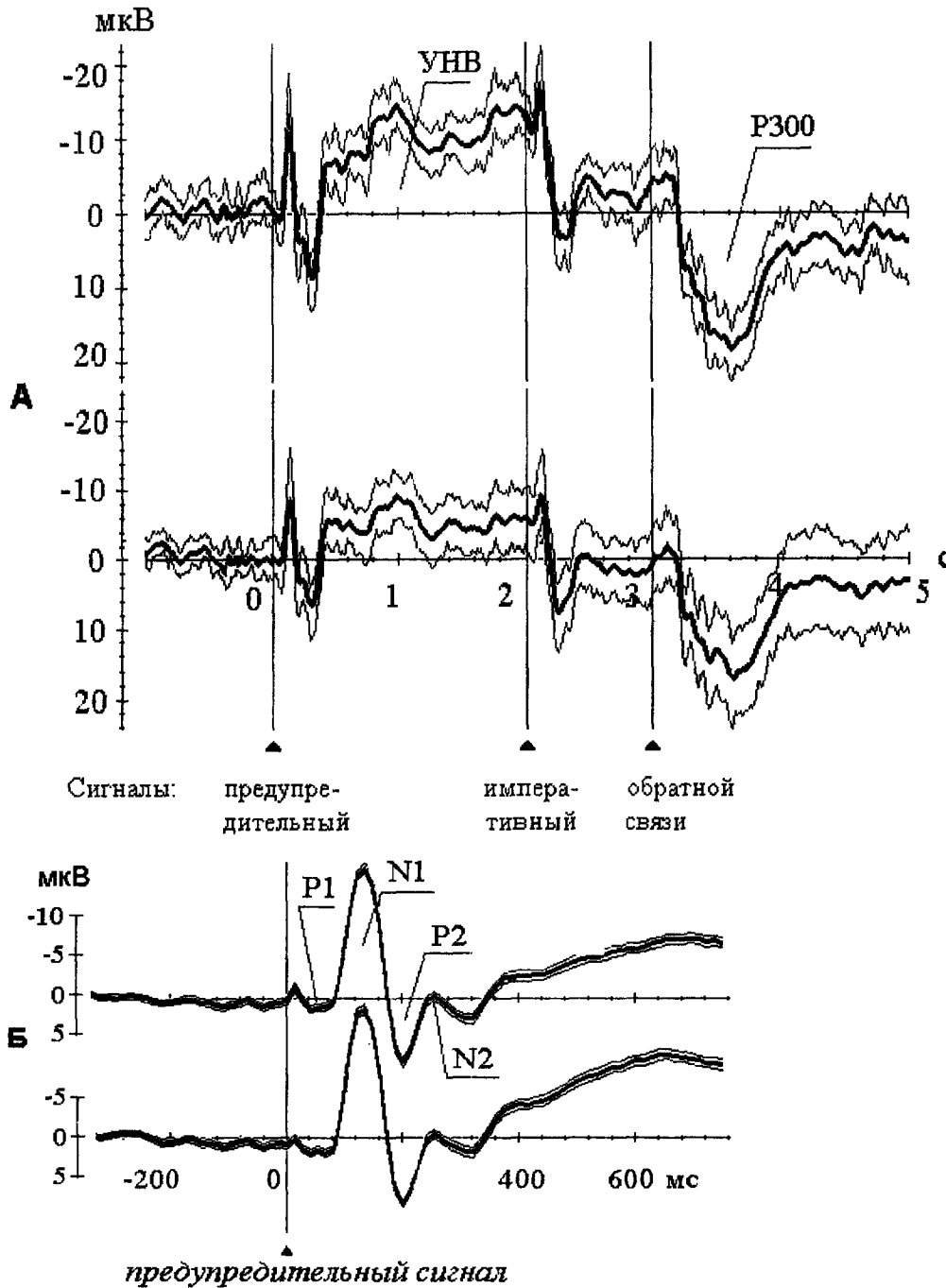
вероятностью появления как низкого, так и высокого тона. Задача испытуемых заключалась в том, чтобы нажать на кнопку в ответ на предъявление второго стимула из пары «низкий-низкий» тоны или «высокий-высокий» тоны.

Производилась оценка правильности выполнения двустимульного теста: подсчитывалось количество пропусков значимых (низкий-низкий или высокий-высокий) пар стимулов – ошибки невнимательности, количество ложных нажатий при предъявлении незначимых (низкий-высокий или высокий-низкий) пар стимулов – ошибки, связанные с импульсивностью. Помимо этого для каждого испытуемого определялось среднее ВР. Значение эталонного ВР равнялось 380 мс. О правильности выполнения задания и скорости реакции (больше или меньше эталонного) испытуемый узнавал из зрительных сигналов обратной связи.

Отведение и анализ ВП и ССП осуществляли по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа ЭЭГ-16S («Medicor», Венгрия), интерфейса и компьютера IBM PC. Анализировали следующие компоненты ВП, связанных с восприятием звукового предупредительного сигнала: P1, N1, P2, N1-P2 (вертекс-потенциал), N2 рассматриваемые как среднелатентные компоненты акустических ВП [4]. Кроме того анализировали условно негативную волну (УНВ), отражающую процессы психической концентрации и подготовки поведенческого акта, и волну P300, которая связана с восприятием визуального сигнала обратной связи, позволяющего оценить результат выполнения задания. Рассчитывались следующие фазы УНВ: УНВ интегральная – УНВ (И), которая определялась в промежутке от 300 до 2000 мс с момента предъявления первого сигнала из пары сигналов; УНВ ориентировочная – УНВ (О), вычислялась в промежутке от 300 до 1000 мс с момента предъявления первого сигнала из пары сигналов; УНВ терминальная – УНВ (Т), отражающая готовность к реакции на императивный стимул, вычислялась в промежутке от 1000 до 2000 мс с момента предъявления первого сигнала из пары сигналов, амплитуду УНВ. Биопотенциалы отводили монополярно, в точках F3, F4, C3, C4, P3, P4, T3, T3, O1, O2, согласно системе 10-20. Индифферентным электродом служили объединенные датчики над сосцевидными отростками черепа. Частота оцифровки сигнала составляла 500 Гц. Для регистрации медленных эндогенных ВП (УНВ) два канала энцефалографа (отводящие сигналы от локусов C3, C4) были модифицированы таким образом, чтобы обеспечивалась постоянная времени 10 с. Верхняя граница полосы пропускания для всех каналов составляла 70 Гц. (рис.1).

Содержание токсичных и основных элементов в волосах определяли рентгено-флуоресцентным методом в научно-техническом центре ВИРИА при Институте медицины труда (г. Киев). Статистическую обработку результатов производили посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫЗВАННЫХ И СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ



1. Общий вид компонентов слуховых ССП на определение времени простоты моторной реакции (А) и их коротколатентных компонентов (Б).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что содержание химических элементов в волосах достаточно объективно отражает уровень токсичных и эссенциальных элементов в организме человека [5]. На основании этого можно считать, что у тестируемых школьников имел место значительный дефицит кальция, содержание стронция находилось в границах нормы, иногда превышая ее (табл.1).

Таблица 1.

Концентрация металлов в волосах обследуемых школьников

Элемент	Концентрация в волосах (мкг/г)			
	Min	Max	Средняя	Условная норма
Ca	84.1	579.9	236.3 ± 20.6	500-1500
Sr	0.36	3.8	1.26 ± 0.13	0-3

Кальцию принадлежит исключительно важная роль в функционировании не только костной ткани, но и миокарда, мышечной ткани, нервной системы. Поэтому снижение содержания кальция в растущем организме может иметь неблагоприятные последствия для функционального состояния центральной нервной системы. Они могут усугубляться на фоне присутствия и повышения концентрации стронция, так как ионы стронция являются антагонистами к кальцию [6,7]. В ряде случаев при выраженном дефиците кальция и избытке стронция развивается поражение костной ткани и нервной системы – болезнь Кашина-Бека[8].

Для определения значимости этих элементов для функционального состояния ЦНС был выполнен корреляционный анализ когнитивных ВП и ССП с уровнем кальция и стронция в организме, результаты которого приведены в таблице 2. Было обнаружено наличие достоверных или приближающихся к ним отрицательных и положительных корреляционных связей для стронция (13) и кальция (12) с исследуемыми характеристиками ВП и ССП. Для стронция отмечены преимущественно обратные корреляционные связи, за исключением таких компонентов ВП как латентный период P1 слева, латентный период N1 справа. При этом коэффициенты корреляции колебались от $0.33 < r < 0.48$, а вероятность от 90 % до 99,8 %. В то же время для кальция выявлено равное количество достоверных корреляционных связей, как положительных, так отрицательных. Коэффициенты корреляционных связей между характеристиками ВП, ССП и кальцием колебались от $0.33 < r < 0.43$, с вероятностью от 90 % до 99,8 %.

В нескольких случаях оба элемента дали достоверные корреляционные связи по одним и тем же когнитивным характеристикам. Для характеристик УНВ, латентного периода P₁ корреляционные связи носили однонаправленный характер, для амплитуды P300 слева со стронцием обратный, с кальцием прямой характер.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫЗВАННЫХ И СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ

Таблица 2.

Коэффициенты корреляции ВП и ССП - характеристик с концентрацией металлов в волосах школьников

Нейрофизиологические показатели в точках регистрации	Стронций	Кальций
УНВ интегральная справа, в точке С ₄	- 0.36**	- 0.33*
УНВ интегральная слева, в точке С ₃	- 0.41***	- 0.37**
УНВ амплитуда справа, в точке С ₄	- 0.39*	
УНВ амплитуда слева, в точке С ₃	- 0.36**	- 0.37**
Р 300 амплитуда слева, в точке О ₁	- 0.44***	0.36**
Р 300 латентный период справа, в точке О ₂		- 0.36**
Р1 латентный период справа, в точке С ₄	- 0.40***	- 0.39***
Р1 латентный период слева, в точке Т ₃	0.40***	0.46***
Р1 амплитуда справа, в точке Р ₄	- 0.48***	
Р1 амплитуда слева, в точке О ₁		- 0.41***
Р2 амплитуда справа, в точке Р ₄	- 0.40***	
Р2 амплитуда слева, в точке Р ₃	- 0.38**	
Р2 латентный период справа, в точке Р ₄		0.43***
Р2 латентный период слева, в точке С ₃		0.34*
Н1 латентный период справа, в точке О ₂	0.34*	
Н2 амплитуда справа, в точке Т ₄	- 0.40***	
Н2 латентный период справа, в точке Т ₄		0.36**
Н2 латентный период слева, в точке С ₃		0.35**
Н1Р2 справа, в точке С ₄	- 0.33*	

Примечание: * соответствует вероятности- 90-94 %, ** -95-98 %; *** - более 99 %

Подобные результаты были получены нами в ранних работах для 15-летних учащихся [9], и вероятно могут свидетельствовать о функциональном антагонизме стронция и кальция в их влиянии на возбудимость нервной ткани детей этих возрастов.

ВЫВОДЫ

1. В условиях фоновой экспозиции в организме 12-13-летних школьников выявлен дефицит кальция на фоне некоторого повышения уровня стронция.
2. Оба элемента были физиологически значимы для практически равного количества характеристик вызванных потенциалов и связанных с событием потенциалов.
3. Характер корреляционных связей стронция был преимущественно обратный, а для кальция в равной степени и прямой, и обратный для разных вызванных потенциалов и связанных с событием потенциалов.

4. Плотность корреляции была средней, но статистически достоверной, что говорит о физиологической значимости данных элементов для когнитивных функций мозга.

Список литературы

1. Скальный А.В., Рудаков И.А., Биозлементы в медицине. – Москва: Мир, 2004. – 127 с.
2. Toescu E.C., Verkhatsky A. Calcium and mitochondriaas substrates for deficits in synaptic plasticity in normal brain ageing. – J. Cell Mol Mrd Related links. – 2004. – 168 с.
3. Гигиенические критерии состояния окружающей среды биомаркеры и оценка риска: концепции и принципы // Совместное издание Программы ООН по окружающей среде, Международной организации труда и Всемирной организации здравоохранения. – Женева, 1996.- 96 с.
4. Павленко В.Б., Луцюк Н.К., Борисова М. В. Связь характеристик вызванных ЭЭГ-потенциалов с индивидуальными особенностями внимания у детей // Нейрофизиология. – 2004.- №4 (36).- С. 313-321.
5. Volkonic V. Human hair. – Boca Raton: CRC Press, 1998. – 135 с.
6. Yosinaga J., Suzuki T., Morita M., Hayakawa M., Trace elements in ribs of elderly people and elemental variation in the presence of chronic diseases.- Sci Total Environ, 1995.- 123 с.
7. Aapostolidis N., Parodellis T., Karydas A., Manouras A., Katirtzoglou N., Mayopoulou-Symuoulidou D. Calcium and strontium metabolic studies in patients on CAPD. – Perit Dial Int., 1998. – 18 с.
8. Смоляр В.И. Гипо- и гипермикрэлементозы. – Киев: Здоров'я, 1989. – 150 с.
9. Залата О.А. Особенности психофизиологического статуса подростков в связи с содержанием кальция и стронция в организме // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского. – 2004. – Т. 140, Часть 3. – С. 66-69.

Поступила в редакцию 23.11.2005 г.