

УДК 612.8: 612.172.4:011:891.5: (-053.2): (-053.6):54.01

© О.А. Залата, 2012.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛОВ ГОРОДСКИХ ПОДРОСТКОВ И МИНЕРАЛЬНЫЙ ПОРТРЕТ ОРГАНИЗМА (РЕЗУЛЬТАТЫ ЛОНГИТЮДНОГО НАБЛЮДЕНИЯ)

О. А. Залата

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

CHARACTERISTICS OF EEG-POTENTIALS OF CITY TEENAGERS AND MINERAL PORTRAIT OF ORGANISM (RESULTS OF LONGITUDE OBSERVATION)

O. A. Zalata**SUMMARY**

The results of longitude observation are in-process presented. During 3-th for 30-thy city teenagers from age of 12 old years estimated maintenance of Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb in hairs and investigate bioelectrical activity of brain by registration of EEG-potentials. Set the dynamics of maintenance of some elements in the hairs of teenagers for all period of observation. The deficit of Ca, Fe, Mn is exposed in age 12-years and 13- years, optimum maintenance of Ca and Fe became to age of 14 old years. In laste year longitude is set over of norm in maintenance of Ni and reliable increase of maintenance of Pb in hairs. Take advantage of a non-parametric cross-correlation analysis set inercommunications of descriptions of EEG-potentials with maintenance of elements in hairs. It was found out most of number of correlations (39) in 1-th of longitude year. An amount of intercommunications of evoked potentials and their parameters with level of chemical elements in the hairs of teenagers during all of period of observation was meaningfully greater, than with the components of cognitive potentials (CNV, P300). More sensible to the fluctuation of concentrations of elements the latent periods of evoked potentials appeared in the organism of teenagers, what their amplitudes.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЕГ-ПОТЕНЦІАЛІВ МІСЬКІХ ПІДЛІТКІВ ТА МІНЕРАЛЬНИЙ ПОРТРЕТ ОРГАНІЗМУ (РЕЗУЛЬТАТИ ЛОНГІТЮДНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ)

О. О. Залата**РЕЗЮМЕ**

У роботі представлені результати лонгітюдного спостереження. Протягом 3-х років у 30-ти міських підлітків починаючи 12-ти років оцінювали вміст Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb у волоссі і досліджували біоелектричну активність мозку за допомогою реєстрації ЕЕГ-потенціалів. Встановили динаміку деяких елементів у волоссі підлітків за весь період спостереження. Виявлений дефіцит Ca, Fe, Mn у віці 12-ти і 13-ти років, більш кращім вміст Ca і Fe став у віці 14-ти років. В останній рік лонгітуду в перевищення норми у вмісті Ni і достовірне збільшення вмісту Pb у волоссі. Застосувавши непараметричний кореляційний аналіз встановили взаємозв'язки характеристик ЕЕГ-потенціалів із вмістом елементів у волоссі. Найбільша кількість достовірних кореляцій (39) була виявлена в 1-й рік лонгітуду. Кількість взаємозв'язків викликаних потенціалів і їх параметрів із вмістом хімічних елементів у волоссі підлітків впродовж всього періоду спостереження була значущо більшою, ніж з компонентами когнітивних потенціалів (УНХ, Р300). Чутливішими до коливань концентрацій елементів в організмі підлітків були латентні періоди ВП, ніж їх амплітуди.

Ключевые слова: подростки, лонгитюдное наблюдение, ЭЭГ- потенциалы, химические элементы.

Известно, что одним из основных способов исследования базовой биоэлектрической активности мозга детей и взрослых является регистрация текущей ЭЭГ-активности [7]. Более тонким методом, позволяющим оценить познавательные и психические процессы, реализуемые в коре головного мозга развивающегося организма, являются компоненты вызванных и связанных с событием потенциалов (ВП и ССП) [4].

Достаточно много работ посвящено изучению влияния элементного баланса на состояние нервной системы и психических функций у отдельно взятых возрастных групп детей и подростков, проживающих

в различных экологических условиях [8], в том числе и в условиях химического загрязнения среды [2,5].

Однако практически нет работ, посвященных исследованию влияния элементного баланса/дисбаланса на функциональное состояние нервной системы (познавательных и психических процессов) в динамике, выполненных с помощью лонгитюдного наблюдения одной группы детей или подростков. Особенно важной представляется оценка развития познавательных функций при элементном дисбалансе у подростков в наиболее чувствительные периоды их формирования, а именно в пубертатный период от 12 до 16-ти лет [4].

В ранее выполненной работе [6] была установлена определенная взаимосвязь между характеристиками ВП и ССП и содержанием трех химических элементов: Pb, Sr, Ca в организме практически здоровых городских подростков. Были исследованы две, не связанные между собой, группы подростков 12-13 лет и 14-15 лет. Представляет интерес установить и оценить такую взаимосвязь между характеристиками ЭЭГ-потенциалов у одной и той же группы городских подростков в связи с содержанием нескольких химических элементов (Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb) методом так называемого «продольного» или лонгитюдного исследования, начиная с 12-ти летнего возраста и заканчивая 14-ти летним. Это и явилось целью настоящего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценку состояния элементного баланса организма 30-ти подростков (15 мальчиков и 15 девочек) выполняли на протяжении 3-х лет на одной группе школьников. Пробы волос отбирали ежегодно осенью в сентябре, с согласия родителей учеников. Оценка элементного состояния организма подростков была начата в 12 лет, а закончена, когда школьникам исполнилось 14 лет.

Определение содержания Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb выполняли методом рентген-флуоресцентной спектрофотометрии в лаборатории промышленной токсикологии и гигиены труда Института медицины труда (г. Киев).

Одновременно с оценкой элементного баланса на протяжении 3-х лет выполняли регистрацию ЭЭГ-потенциалов, также только в осенний период – с сентября по ноябрь. Средний возраст детей в первый год регистрации ЭЭГ-потенциалов составил $(12,6 \pm 0,36)$ лет, во второй и третий годы наблюдения $(13,4 \pm 0,39)$ и $(14,5 \pm 0,34)$ лет соответственно.

Регистрацию и анализ ВП и ССП осуществляли по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа ЭЭГ-16S («Medicor», Венгрия), лабораторного интерфейса и компьютера IBM PC. Биопотенциалы отводили монополярно в 10-ти локусах F3/4, C3/4, P3/4, T3/4, O1/2, согласно международной системе «10-20». Подробно методика регистрации ВП и ССП в парадигме «Go/No-Go» описана ранее [6].

Анализировали следующие компоненты ВП, связанных с восприятием звукового предупредительного сигнала: P1, N1, P2, N2, рассматриваемые как длинноталентные компоненты акустических ВП; условно-негативную волну (УНВ), отражающую процессы психической концентрации и подготовки поведенческого акта, которая развивалась между предупредительным и императивным сигналами; волну P300, которую регистрировали в ответ на сигнал обратной связи. Для указанных волн определяли амплитуду и латентный период соответствующего пика.

Статистический анализ данных проводили при помощи программы Statistica 6.0 (Stat-Soft, 2001). В

настоящей работе данные биомониторингового и электрофизиологического обследования подростков обрабатывали посредством непараметрического корреляционного анализа по Спирмену. Обоснованность выбора данного вида анализа описана ранее [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проверка характера распределения Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb в волосах подростков по критерию Колмогорова-Смирнова и Лиллифорс показала, что в 1-й год наблюдения для Ca, Ni, Mn оно приближалось к нормальному. Во 2-й год такое распределение сохранилось только для Ni, а в 3-й – было таковым только для Fe. В связи с этим оценивали содержание элементов в волосах по значениям медиан (Me), учитывая интерквартильный размах (25%, 75%). Достоверность различий содержания элементов у обследуемых в разные годы лонгитюдного наблюдения оценивали с помощью теста Фридмана и коэффициента Кендела (Coefficient of Concordance (CC) by Longitud), которые используются в случае сравнения признака в трех или более связанных между собою группах. Результаты оценки содержания элементов в волосах подростков на протяжении 3-х лет наблюдения позволили выявить некоторую динамику их количественного содержания (рис. 1-2).

В возрасте 12-ти лет (1-й год наблюдения) у подростков обнаружен дефицит Ca и Fe, который сохранился и в 13 лет (2-й год наблюдения). Наиболее «оптимальным» можно считать содержание этих элементов в возрасте подростков 14 лет (3-й год наблюдения), а именно: значение медианы Ca соответствовало условной норме ($627,9$ мкг/г), а значение медианы для Fe ($14,9$ мкг/г) приближалось к нижней границе референтного значения (рис. 1, А-Б). Достоверность различий по тесту Фридмана и коэффициенту Кендела для Ca составила ($p=0,000$; $CC=0,47$), для Fe ($p=0,002$; $CC=0,21$).

В возрасте 12-ти и 13-ти лет медиана содержания Mn у подростков приближалась к нижней границе нормы, а в 14-ти летнем возрасте Mn не был выявлен в волосах подростков (рис. 1, В). Учитывая то, что нижняя граница для Mn в волосах, определяемая рентген-флуоресцентным методом составляет $0,5$ мкг/г, а волосы относят к индикаторам его содержания в организме, можем считать динамику его содержания на протяжении всего лонгитюда негативной. При этом достоверность различий по тесту Фридмана и коэффициенту Кендела для Mn составила ($p=0,02$; $CC=0,14$).

Содержание условно-токсичного Mo было обнаружено только в возрасте 12-ти лет, в дальнейшем данный элемент не обнаруживался в волосах подростков в 13 и 14 лет. Иными словами, как таковая, динамика содержания Mo отсутствовала. Отсутствием динамики на протяжении всего лонгитюда характеризовалось содержание условно-токсичного Sr, содержание которого не выходило за пределы референтных значений.

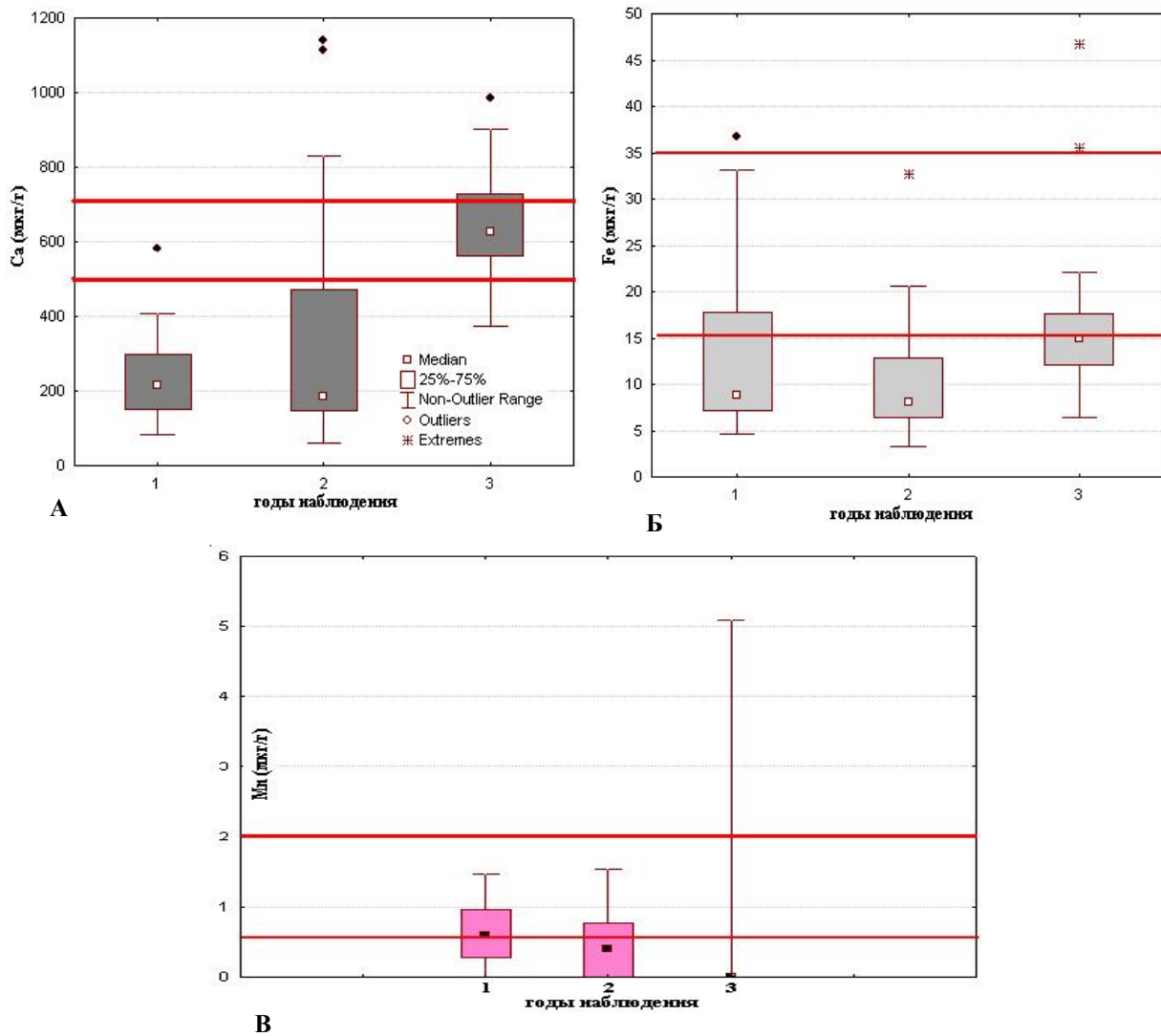


Рис. 1 Динамика содержания Ca (А), Fe (Б), Mn (В) в волосах (значение медиан, мкг/г) в разные годы лонгитуда.

Примечание: линиями указан диапазон референтных значений: для Ca (300-700 мкг/г); Fe (15-35 мкг/г), Mn (0,5-2,0 мкг/г).

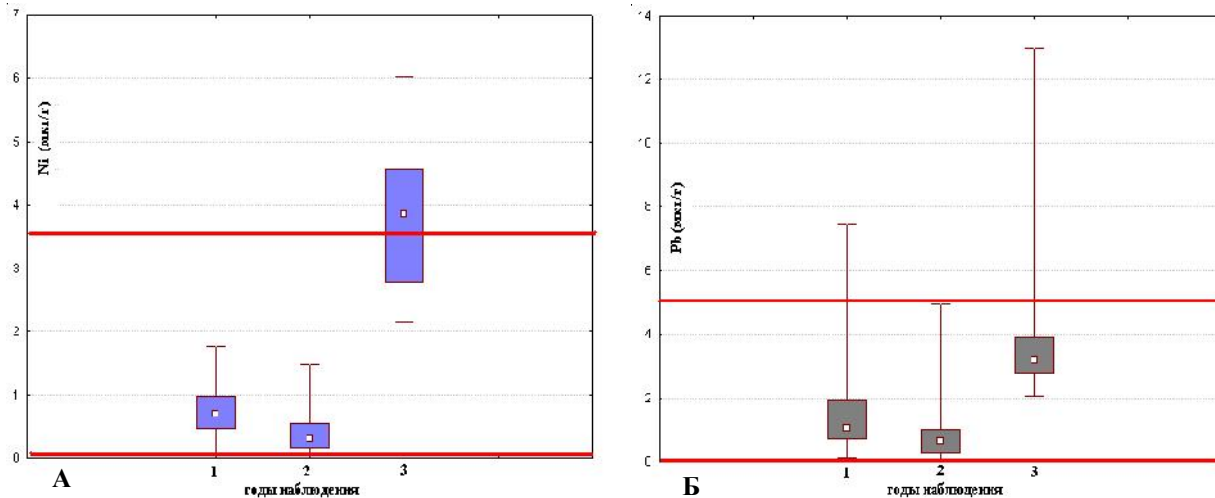


Рис. 2 Динамика содержания Ni (А), Pb (Б) в волосах (значение медиан, мкг/г) в разные годы лонгитуда.

Примечание: линиями указан диапазон референтных значений: для Ni (0-3,5 мкг/г); Pb (0-5,0 мкг/г).

Для условно-токсичного Ni были установлены особенности содержания, а именно, если в 12 и 13 лет у подростков его концентрация соответствовала норме, то в возрасте 14 лет значение медианы для Ni превышало верхнюю границу нормы на 11% (рис.2, А). При этом достоверность различий для Ni была наиболее выраженной среди всех элементов ($p=0,000$; $CC=0,83$). Содержание нейротоксичного Pb на протяжении всего 3-х летнего периода динамического наблюдения находилось в границах референтных значений (рис.2, Б), при этом его содержание в волосах достоверно увеличивалось к 3-му году наблюдения ($p=0,000$; $CC=0,68$).

Таким образом, у городских подростков состояние элементного баланса в динамике характеризовалось дефицитом, прежде всего эссенциальных элементов – Ca и Fe в возрасте 12- и 13-ти лет; «негативной» динамикой содержания Mn на протяжении всего 3-х летнего периода наблюдения; достоверным увеличением содержания Pb и превышением содержания Ni в волосах подростков к возрасту 14-ти лет.

Проблема дефицита необходимых для развития организма макро- и микроэлементов (Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Cr и др.) крайне актуальна не только для городских подростков Украины [1], но и школьников стран СНГ [3]. Установлено, что недостаток важных для нормального физического и психического развития организма микроэлементов прежде всего отмечается в период интенсивного роста, связанного с пубертатным периодом [4].

Роль Ca, Fe, Mn в процессах гомеостаза мозга уже достаточно хорошо известна, прежде всего, на клеточном уровне [9,10]. Установлен нейротропный эффект влияния низких доз Pb на развитие и состояние психических функций организма детей и подростков [8,14]. При этом, роль Sr, Ni и Mo для функционирования нервной системы еще только устанавливается [10,11].

Оценка результатов корреляционного анализа, выполненного между характеристиками ЭЭГ-потенциалов и содержанием исследуемых химических элементов, позволила выявить ряд статистически значимых зависимостей.

Наибольшее количество корреляционных связей характеристик ЭЭГ-потенциалов (39) со всеми химическими элементами было обнаружено, когда школьникам было 12 лет. Каждый последующий год одновременного исследования состояния элементного баланса и регистрации ЭЭГ-потенциалов у подростков количество корреляций незначительно уменьшалось, а именно – 37 связей во 2-й год лонгитюда и 31 корреляция в 3-й год, когда обследуемые достигли 14-ти лет.

Со всеми 7-ю химическими элементами корреляционные связи были установлены только в возрасте обследуемых 12-ти лет, когда наиболее выраженным был дефицит эссенциальных элементов Ca, Fe и Mn (рис.3). Плотность выявленных корреляций варьировала от слабой до умеренной ($0,37 < r < 0,55$), причем наиболее многочисленные и тесные связи наблюдались у 12-ти летних подростков с концентрацией Mo.

В возрасте 13-ти лет наибольшее количество статистически достоверных корреляционных связей между характеристиками ЭЭГ-потенциалов и содержанием элементов было обнаружено для Ca и Pb (9 связей). Не было установлено корреляций для Ni и Mo. При этом, если содержание в волосах подростков Mo в возрасте 13-ти лет не было выявлено, то Ni в минимальных концентрациях $Me=0,3$ (0,2; 0,5) мкг/г был обнаружен в волосах обследуемых школьников. В возрасте 14-ти лет, когда содержание эссенциальных Ca и Fe стало ближе к «оптимальному», значения Ni превысили верхнюю границу нормы максимальное количество корреляционных связей обнаружено с содержанием Ca (9 связей), Fe и Ni (7 связей) – рис.3.

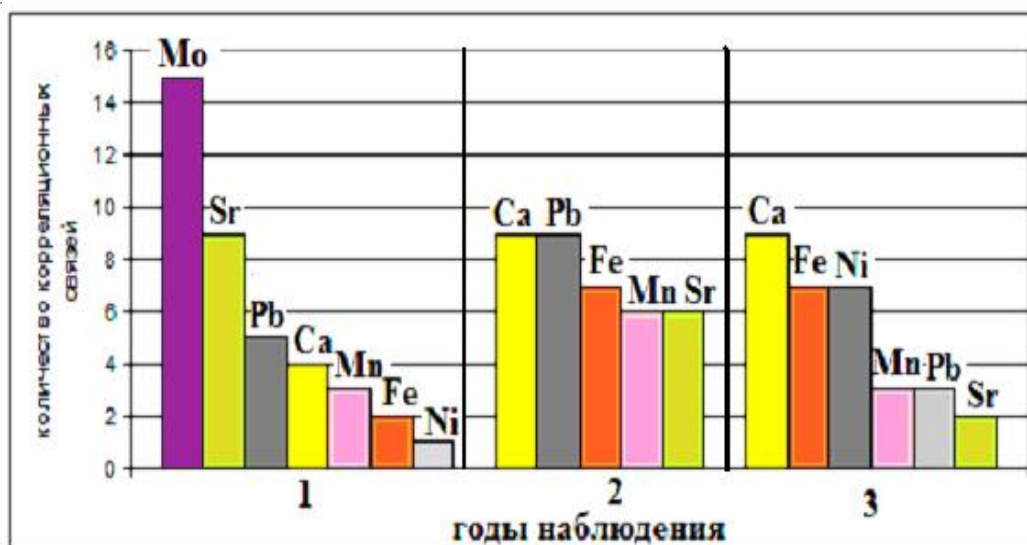


Рис. 3. Количество корреляционных связей между характеристиками ЭЭГ-потенциалов и содержанием химических элементов в волосах подростков на протяжении лонгитюда.

При дальнейшем анализе полученных данных обнаружили, что количество достоверных корреляционных связей компонентов ВП (P1, N1, P2, N2) с

содержанием элементов на протяжении всего лонгитюда было значимо большим, чем связей, установленных с компонентами ССП (рис. 4).

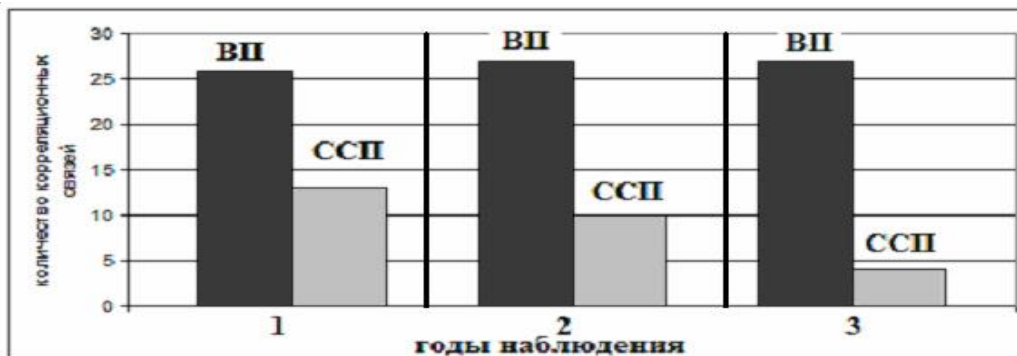


Рис. 4. Количество корреляционных связей вызванных (ВП) и связанных с событием потенциалов (ССП) с содержанием химических элементов в волосах подростков в разные годы лонгитюда.

Для ССП, напротив, выявили тенденцию к уменьшению количества связей между их компонентами (УНВ, P300) с содержанием Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb в волосах. Так, у подростков в 12-ти лет обнаружено – 13 достоверных корреляций ССП, в 13-ти летнем – 10 связей и, в 14 лет – 4, соответственно.

Ранее при тестировании двух независимых групп подростков нами был получен аналогичный результат для содержания Ca, Sr, Pb в группе подростков 14-15 лет, но в младшей возрастной группе подобная закономерность не наблюдалась [6].

Известно, что электрические отклики мозга на зрительные, слуховые или сенсорные стимулы оцениваются по изменению основных параметров ВП и ССП – амплитуд и длительности (латентности) различных компонентов ответа, несущих информацию о состоянии тех или иных систем головного мозга [4]. При этом параметры ССП считают важным показателем при нейротоксикологической оценке воз-

действия на организм [13], несмотря на то, что при их регистрации иногда получают противоположные результаты [12].

В связи с этим представляло интерес оценить динамику изменений в количестве корреляционных связей параметров ВП и ССП (латентные периоды и амплитуды) за период 3-х летний развития подростков. Результат такой динамики представлен на рис. 5.

Установлено, что достоверно большее количество корреляционных связей с содержанием химических элементов было обнаружено для латентных периодов (ЛП) компонентов ВП, чем их амплитуд.

Взаимосвязи параметров когнитивного потенциала P300 с содержанием химических элементов имели несущественную динамику в основном для ЛП P300, а для амплитуды P300 такая четкая динамика отсутствовала. Корреляционные связи амплитуд УНВ с содержанием элементов были обнаружены только в начале и в конце динамического наблюдения (рис.5).

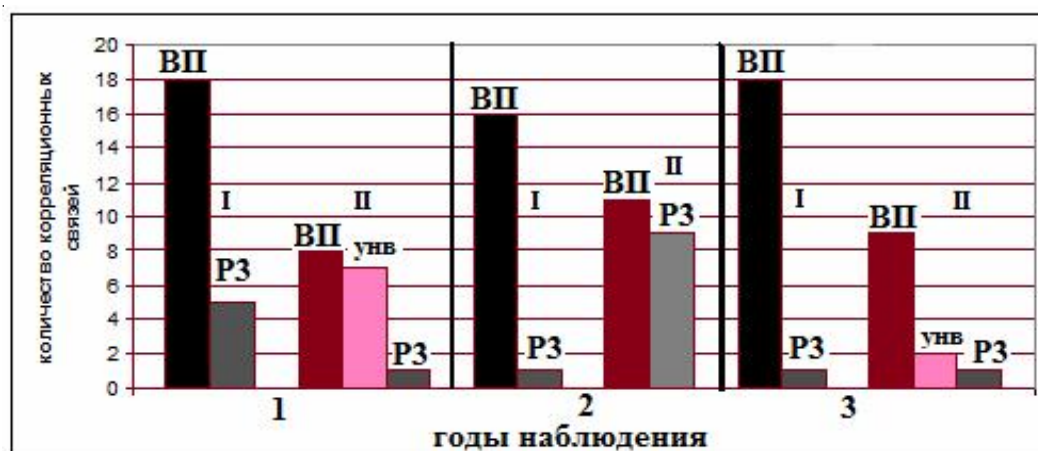


Рис. 5. Количество корреляционных связей ЭЭГ-потенциалов с содержанием химических элементов в волосах подростков в разные годы лонгитюдного наблюдения: I – латентные периоды ВП и ССП (УНВ, P300), II – амплитуды ВП и ССП (P300).

Таким образом, установленные взаимосвязи могут свидетельствовать об определенном влиянии на мозговую активность Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb обследованных подростков в разные годы их роста и развития. Степень такого влияния, скорее всего, обусловлена состоянием элементного баланса, который в первую очередь характеризовался дефицитом необходимых для гомеостаза мозга элементов (Ca, Fe, Mn) в 12 и 13 лет и особенностями элементного состояния в 14-ть лет, когда содержание Ca, Fe стало наиболее «оптимальным», достоверно увеличилось содержание Pb и превысило значение условной нормы значение Ni в волосах. Характер влияния отдельных элементов на параметры компонентов ВП и ССП может быть оценен с учетом направленности (прямые/обратные) корреляционных связей и станет предметом обсуждения в следующей статье.

ВЫВОДЫ

1. Состояние элементного баланса подростков 12-ти и 13-ти (1-й и 2-й год лонгитюда) характеризовались дефицитом основных (эссенциальных) кальция и железа, наиболее оптимальным содержание кальция и железа стало в возрасте обследуемых 14 лет. Содержание марганца в волосах подростков приближалось к нижней границе референтного значения в 12 и 13 лет, и не было определено в возрасте в 14 лет. Среди условно-токсичных элементов только содержание никеля превышало верхнюю границу условной нормы в 3-й год наблюдения, а содержание свинца достоверно увеличивалось на протяжении всего периода наблюдения.

2. Биоэлектрическая активность мозга, зарегистрированная с помощью ЭЭГ-потенциалов, обнаружила наибольшую чувствительность к состоянию элементного дисбаланса в возрасте подростков 12 лет и постепенно уменьшилась к 14 годам.

3. Количество достоверных корреляционных связей компонентов вызванных потенциалов с содержанием химических элементов в волосах подростков на протяжении всего 3-х летнего наблюдения было значимо большим, чем с компонентами связанных с событием потенциалов, а для латентных периодов компонентов вызванных потенциалов больше, чем для их амплитуд. Плотность выявленных корреляций варьировала от слабой до умеренной ($0,37 < r < 0,55$), но была достоверной ($0,03 \leq p \leq 0,01$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вплив вітаміно-мікроелементних препаратів на остеопластичні та метаболічні процеси у дітей молодшого шкільного віку порушень / [Л.В. Квашніна, В.П. Родіонов, Л.І. Апуховська та ін.] // Актуальные вопросы педиатрии. – 2006. – №3 (12). – С. 113-115.

2. Говорин Н.В. Нейроиммунный статус детей с резидуально-органическими психическими расстройствами в условиях экопатогенного воздействия / Н.В. Говорин, Т.В. Злова, В.В. Ахметова // Рос. психиатрический журн. – 2007. – №1. – С. 42–46

3. Гудков А.В. Микроэлементы в окружающей среде и волосах детей / [А.В. Гудков, В.Н. Багрянцев, В.Г. Кузнецов и др.] // Инфекционная патология в приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 2004. – С.90-95.

4. Дубровинская Н.В. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии / Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 144 с.

5. Забруднення навколишнього середовища важкими металами та здоров'я дитячого населення, як актуальна проблема дітей та підлітків / [В.І. Берзін, О.Л. Апихтіна, В.М. Попенко, В.П. Стельмахівська] // Східноєвропейський журнал громадського здоров'я. тези доп. міжнарод. конференції. Київ. – 2010. – №1. (9). – С.100.

6. Залата О.О. Психофізіологічні особливості учнів різного віку у зв'язку із вмістом свинцю, стронцію та кальцію в організмі: автореф. дис. на здобуття вч. ступеню канд. мед. наук: спец. 14.03.03. «нормальна фізіологія». / О.О. Залата – Львів, 2009. – 20 с.

7. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии) / Л.Р. Зенков. – М.: МЕДпресс-информ, 2001. – 368 с.

8. Ильин В.П. Интеллектуальное развитие детей в условиях свинцового загрязнения окружающей среды / В. П. Ильин, О.В. Ляшенко, М.Ф. Савченков / Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2003. – №1. – С. 176.

9. Костюк П.Г. Ионы кальция у функции мозга – від фізіології до патології / П.Г. Костюк, О.П. Костюк, О. О. Лук'янець. – К.: Наукова думка, 2005. – 198с.

10. Кудрин А.В. Микроэлементы в неврологии / А.В. Кудрин, О.А. Громова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 304 с.

11. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: ОНИКС 21 век. Мир, 2004. – 272 с.

12. Arezzo J. Evoked potentials in assessment of neurotoxicity in humans / J. Arezzo, R. Simson, N. Brennan // Neurobehav. Toxicol. Teratol. – 1985. – №7. – P. 299–304.

13. Auditory event-related potential (P300) in relation to peripheral nerve conduction in workers exposed to lead, zinc, and copper: effects of lead on cognitive function and central nervous system / [S. Araki, K. Murata, K. Yokoyama et al.] // Amer. J. Ind. Med. – 1992. – Vol.21, №4. – P. 539–547.

14. WHO. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution „Effects of low exposure levels“. – Copenhagen: WHO, 2007. – P. 68–70.