

Взаимосвязь характеристик когнитивных функций городских подростков с содержанием макро- и микроэлементов в организме (результаты лонгитюдного наблюдения)

О.А. Залата

Крымский государственный медицинский университет имени С.И. Георгиевского, г. Симферополь, Украина

Цель — представить результаты лонгитюдного наблюдения.

Пациенты и методы. В течение 4 лет у 30 городских подростков, начиная с 12 лет, оценено содержание Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb в волосах и исследованы когнитивные функции с помощью психологического тестирования.

Результаты. Выявлен дефицит Ca, Fe, Mn в возрасте 12–13 лет. В 14–15 лет установлено превышение нормы в содержании Ni и достоверное увеличение содержания Pb в волосах. Установлено взаимосвязь характеристик когнитивных функций с содержанием элементов в волосах. Бóльшее количество корреляций (8) определено в 1-й год наблюдения; во 2-й и 3-й годы — 7 и 2 связи соответственно.

Выводы. Более чувствительными к колебаниям концентраций элементов в организме подростков оказались параметры произвольного внимания, но не кратковременной памяти.

Ключевые слова: подростки, когнитивные функции, химические элементы, лонгитюдное наблюдение.

Введение

Особенности познавательной деятельности детей во многом зависят от онтогенетической зрелости мозга и развитости когнитивных функций, в первую очередь, памяти и внимания, которые в школьном возрасте являются основой успешного произвольного запоминания учебного материала. Известно, что в возрасте 12 лет, с началом полового созревания, могут наблюдаться «регрессивные» признаки в обеспечении высших психических функций — восприятия, внимания, необходимых для формирования познавательной деятельности, что может неблагоприятно отразиться на механизме запоминания. В основе этого лежит биологическая перестройка организма ребенка [2]. С другой стороны, физическое и психическое развитие ребенка нередко протекает при негативном воздействии на организм факторов окружающей среды, в том числе химической природы [3], а чувствительность организма детей и подростков к внешне-средовым воздействиям наиболее выражена в период 12–15 лет. Достаточно много работ посвящено изучению влияния элементного баланса на функциональное состояние нервной системы и высших психических функций у отдельно взятых возрастных групп детей и подростков, проживающих в различных экологических условиях [9, 14], в том числе в условиях химического загрязнения среды [4, 5]. При этом практически нет работ, посвященных исследованию влияния элементного баланса/дисбаланса на состояние познавательных и психических процессов в динамике, выполненных с помощью лонгитюдного наблюдения одной группы детей или подростков. Особенно важной является оценка развития этих процессов при элементном дисбалансе у подростков в наиболее чувствительные периоды их формирования, особенно в пубертатный период 12–15 лет [4].

В ранее выполненной работе [7] установлена определенная взаимосвязь между характеристиками произвольного внимания и содержанием трех химических элементов: Pb, Sr, Ca в организме практически здоровых городских подростков. Исследованы две не связанные между собой группы подростков 12–13 лет и 14–15 лет. Представляет интерес установить и оценить такую взаимосвязь между параметрами кратковременной памяти и произвольного внимания в 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-летнего возраста и заканчивая 15-летним. Это и явилось целью настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

С сентября 2004 г. на кафедре нормальной физиологии Крымского государственного медицинского университета имени С.И. Георгиевского в рамках программ «Здоровье нации» и «Дети Украины» начали комплексное обследование группы школьников (15 мальчиков и 15 девочек) общеобразовательной средней школы № 30 г. Симферополя (АР Крым), у которых оценивали состояние когнитивных функций (произвольное внимание и кратковременная память), а также элементный баланс в течение 4 лет. Динамическое наблюдение начали у детей 12-летнего возраста, а закончили, когда им исполнилось 15 лет.

Тестирование состояния кратковременной памяти выполняли с помощью методики А.Р. Лурия «Запоминание 10 слов», которую также используют для оценки утомляемости и активности внимания [12]. Для определения характеристик произвольного внимания, а именно, его объема, устойчивости, психического темпа, работоспособности, использовали когнитивный тест «Таблицы Шульте» и «Корректирную пробу» Бурдона–Анифимова. Более подробно методика психологического тестирования описана ранее [6]. Психологическое тестирование подростков проводили только в осеннее время года (октябрь–ноябрь) в утренние часы с 9.00 до 12.00.

Определение содержания 7 химических элементов: Ca, Mn, Fe, Mo, Ni, Sr и Pb в волосах выполняли методом рентген-флуоресцентной спектрофотометрии в лаборатории ВИРИА (г. Киев). Отклонения индивидуального и группового элементного профиля волос обследуемых подростков от нормы отмечали, ориентируясь на принятые референтные значения содержания химических элементов в волосах [13]. Пробы волос с согласия родителей отбирали ежегодно в октябре–ноябре путем состригания с прикорневой части (2–3 мм) с 3–5 мест на затылочной области головы, ближе к шее, в количестве не менее 3 грамм.

Статистический анализ данных проводили при помощи программ Microsoft Excel XP и Statistica 6.0 (Stat-Soft,

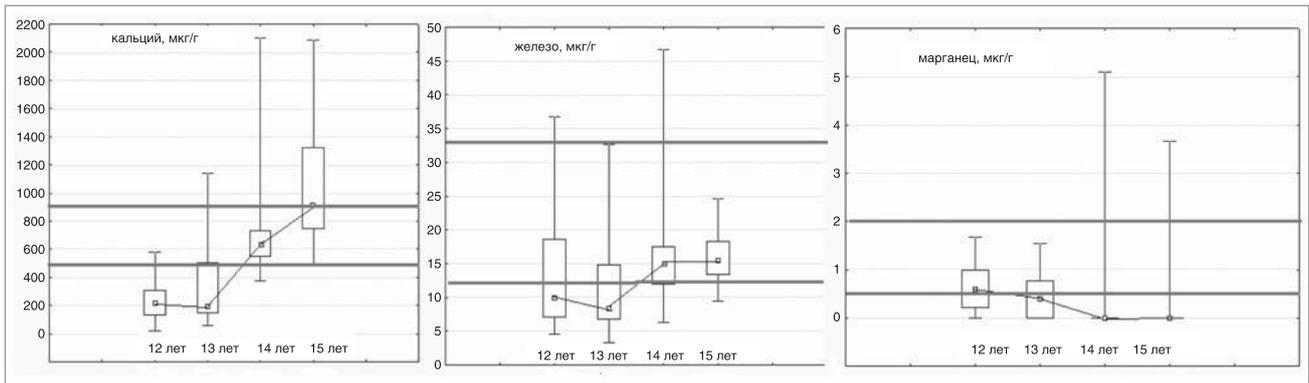


Рис. 1. Динамика содержания кальция, железа, марганца в волосах подростков (значение медиан, мкг/г) в разные годы лонгитюдного наблюдения

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

2001). Проверку характера распределения показателей когнитивных функций выполняли по критериям Колмогорова–Смирнова и Лилифорс. В случае нормального распределения показателя оценивали средние значения (M), среднее квадратическое отклонение (SD), в случае распределения, отличающегося от нормального, — медиану (Me) и интерквартильный размах (25%, 75%). Достоверность различий параметров когнитивных функций и 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 собой группах. При оценке результатов статистически достоверным принимали уровень различий при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования позволили выявить некоторую динамику количественного содержания элементов в волосах подростков на протяжении 4 лет наблюдения. Наиболее заметной была динамика содержания эссенциальных элементов (Ca, Fe и Mn) и токсичных (Ni, Pb). А именно, у подростков в возрастном периоде 12–13 лет был выражен гипозлементоз Ca, Fe и Mn, а при достижении тестируемых школьников 14 и 15 лет элементный баланс характеризовался гиперэлементозом Ni. Содержание Pb достоверно увеличивалось на протяжении всего периода наблюдения (рис. 1–2).

Условно-токсичный Mo определен в волосах подростков только в 12-летнем возрасте, в 13–15 лет данный элемент в биосубстрате не обнаружен. Отсутствием динамики на протяжении всего лонгитюда характеризовалось содержание условно-токсичного Sr, концентрации которого не выходили за пределы референтных значений.

Проверка достоверности различий по тесту Фридмана и коэффициенту Кендела показала, что за весь период наблюдения наиболее существенно изменялось содержание Ni, Ca и Mn ($0,34 < CC < 0,89$; $0,004 < p < 0,0000$). Оценив степень элементного дисбаланса, которую определяли по количественному соотношению 7 элементов ($K_{дис}$), установили, что она была наименьшей в $14,5 \pm 0,1$ лет ($K_{дис} = 0,14$), а наиболее существенной — в $12,6 \pm 0,1$ лет ($K_{дис} = -0,57$) и $15,9 \pm 0,1$ лет ($K_{дис} = 1$) [11].

Проблема дефицита необходимых для развития организма макро- и микроэлементов (Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Sr и др.) крайне актуальна не только для городских подростков Украины [10], но и для школьников стран СНГ [1], а недостаток важных для нормального физического и психического развития организма химических элементов, прежде всего, отмечается в период интенсивного роста, связанного с пубертатным периодом [1]. В период полового созревания центральная нервная система (ЦНС) и психическая сфера наименее защищены от воздействий неблагоприятных факторов окружающей среды, а сопутствующий этому дефицит элементов, необходимых для гомеостаза мозга, может дополнительно ухудшать состояние познавательных функций подростков.

Оценка результатов корреляционного анализа, выполненного между характеристиками когнитивных функций и содержанием исследуемых элементов, позволила выявить ряд статистически значимых зависимостей. Наибольшее количество корреляционных связей параметров познавательных функций (8) с некоторыми химическими элемен-

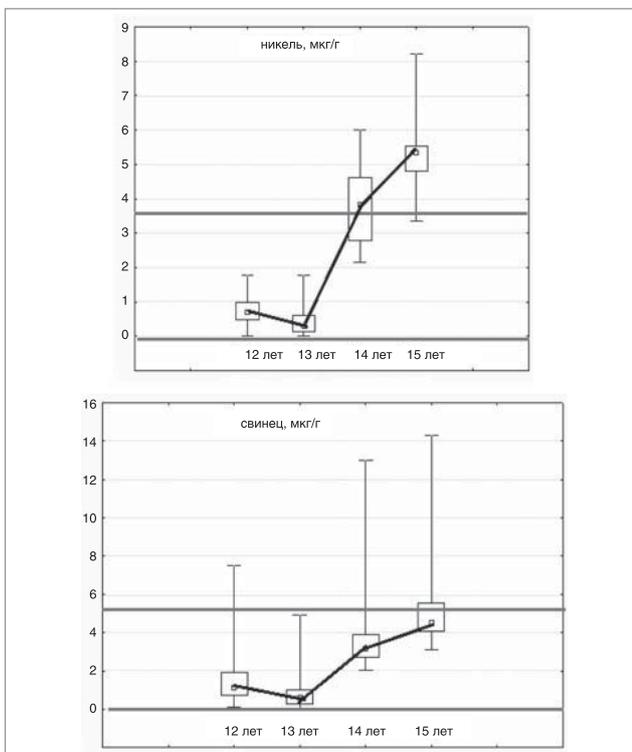


Рис. 2. Динамика содержания никеля, свинца в волосах подростков (значение медиан, мкг/г) в разные годы лонгитюдного наблюдения

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

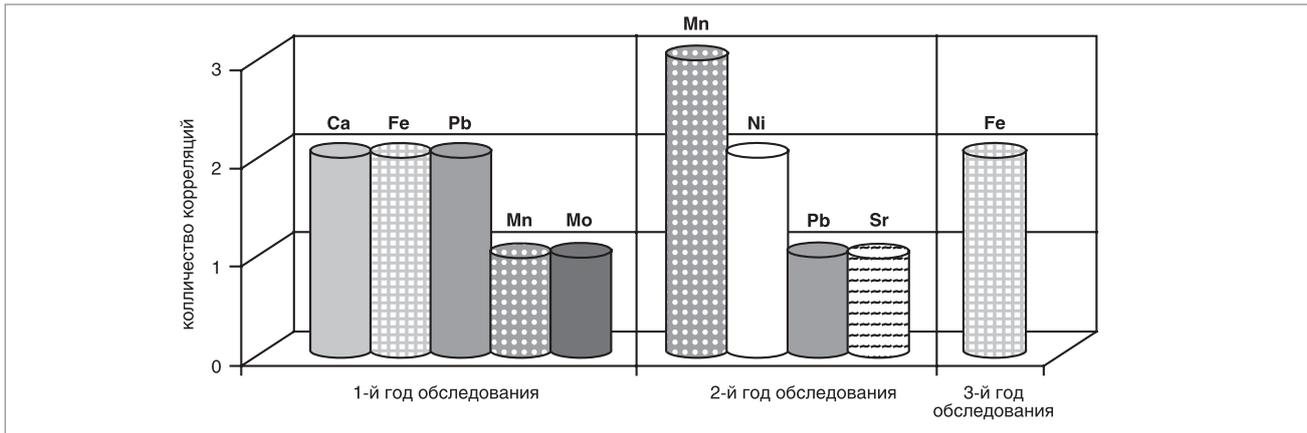


Рис. 3. Количество корреляционных связей между параметрами когнитивных функций и содержанием химических элементов в волосах подростков на протяжении лонгитюдного наблюдения

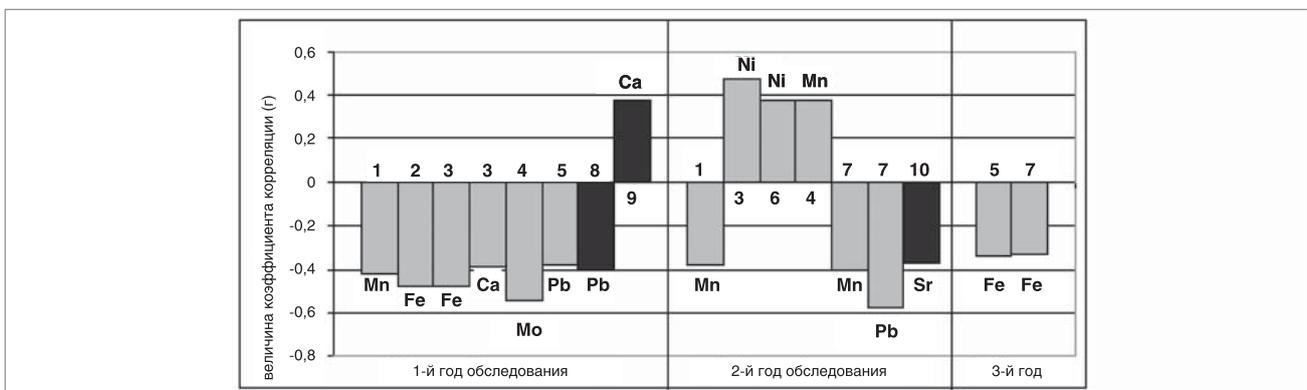


Рис. 4. Величины коэффициентов корреляции параметров когнитивных функций с содержанием химических элементов в волосах городских подростков в разные годы лонгитюдного наблюдения

Примечания: 1, 2, 3 – время прохождения таблиц Шульте; 4 – психическая устойчивость; 5 – точность внимания; 6 – эффективность работы; 7 – вработываемость; 8 – количество слов, воспроизведенных через час; 9, 10 – количество слов, воспроизведенных во второй и пятой попытках.

тами обнаружено, когда подросткам на момент обследования исполнилось $12,6 \pm 0,1$ лет. Каждый последующий год одновременного исследования состояния элементного баланса и нейропсихологического тестирования подростков количество корреляций уменьшалось, а именно – 7 связей во 2-й год динамического наблюдения и только 2 корреляции в 3-й год, когда обследуемые достигли на момент тестирования $14,5 \pm 0,1$ лет (рис. 3).

Плотность выявленных корреляций варьировала от слабой до сильной ($0,37 < r < 0,58$), но была статистически достоверной ($0,02 < r < 0,0008$).

Не обнаружена корреляционная зависимость параметров кратковременной памяти и произвольного внимания с содержанием химических элементов в последний год лонгитюдного наблюдения, когда на момент психологического тестирования возраст подростков составил $15,9 \pm 0,1$ лет, а состояние элементного баланса характеризовалось избыточными концентрациями некоторых токсичных элементов (Ni, Pb), но не дефицитом эссенциальных (Ca, Fe, Mn).

Характер установленных корреляционных связей параметров когнитивных функций с содержанием элементов в волосах подростков 12–14 лет представлен на рис. 4.

Известно, что нейроповеденческие феномены являются наиболее показательными в оценке функционального состояния организма, и их особенности могут служить предупредительным сигналом о сдвигах в состоянии всей ЦНС. Комплексное нейрофизиологическое исследование, которое включает регистрацию вызванных и связанных с событием потенциалов (ВП, ССП), являющихся

коррелятами высших психических процессов, и психологическое тестирование позволяют достаточно объективно оценить влияние на мозговую деятельность различных факторов среды [15, 16]. В ранее выполненной работе установлено, что наибольшее количество корреляционных связей характеристик ВП и ССП с теми же химическими элементами обнаружено, когда подросткам было 12 лет. В каждый последующий год одновременного исследования состояния элементного баланса и регистрации ЭЭГ-потенциалов количество корреляций незначительно уменьшалось [8]. Результаты, представленные в настоящей работе, показали уменьшающееся влияние данных химических элементов (Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb) на состояние когнитивных функций подростков. Это может быть обусловлено как возрастными особенностями, так и степенью элементного дисбаланса, более выраженной в младшем возрасте школьников и характеризовавшейся дефицитом необходимых для гомеостаза мозга элементов (Ca, Fe, Mn).

Выводы

1. Состояние элементного баланса подростков 12–13 лет (1 и 2-й год лонгитюдного наблюдения) характеризовалось дефицитом Ca и Fe, наиболее оптимальным содержанием этих эссенциальных элементов стало в возрасте обследуемых 14 лет. Содержание Mn в волосах подростков приближалось к нижней границе референтного значения в 12 и 13 лет, и не выявлялось в возрасте 14 и 15 лет. Среди условно-токсичных элементов только содержание Ni превышало верх-

ною границу условной нормы в 3 и 4-й годы наблюдения, а содержание Pb достоверно увеличивалось на протяжении всего периода наблюдения.

2. Параметры когнитивных функций, полученные с помощью психологического тестирования, обнаружили наибольшую чувствительность к состоянию элементного дисбаланса в возрасте подростков 12–13 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильмс Е.А. Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики / Е.А. Вильмс, Д.В. Турчанинов, М.С. Турчанинова // Педиатрия. — 2011. — Т. 90, № 1. — С. 96—101.
2. 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.
3. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека / Ю.П. Гичев. — Новосибирск: СО РАМН, 2002. — 230 с.
4. 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.
5. Гребняк М.П. Причинно-наслідковий зв'язок між екотоксикантами в атмосферному повітрі та здоров'ям підлітків / М.П. Гребняк, С.А. Щудро // Україна. Здоров'я нації. — 2008. — № 3—4 (7—8). — С. 12—16.
6. Залата О.А. Характеристика когнитивных функций (кратковременная память, произвольное внимание) детей 12—13 лет с разным неврологическим статусом из регионов с разной антропогенной нагрузкой / О.А. Залата // Таврический медико-биологический вестник. — 2010. — Т. 13, № 1 (49). — С. 61—66.
7. Залата О.О. Психофізіологічні особливості учнів різного віку у зв'язку із вмістом свинцю, стронцію та кальцію в організмі: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.03 / Ольга Олександрівна Залата. — Сімферополь, 2009. — 216 с.
8. Залата О.А. Характеристики ЭЭГ-потенциалов городских подростков и минеральный портрет организма (результаты лонгитюдного наблюдения) / О.А. Залата // Таврический медико-биологический вестник. — 2012. — Т.15, № 1 (57). — С. 93—99.
9. 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.
10. Квашніна Л.В. Макро— та мікроелементний гомеостаз і проблеми дисмікроелементозів у дитячому віці / Л.В. Квашніна, В.П. Родіонов, В.В. Рачковская // Перинатология и педиатрия. — 2008. — № 3 (35). — С. 91—96.
11. Пат. Україна, МПК А61В 5/00 Спосіб оцінки впливу елементного дисбалансу на функціональні розлади нервової системи / О.В. Євстаф'єва, О.О. Залата, І.А. Євстаф'єва; заявник та патентовласник ДУ «КДМУ імені С.І. Георгієвського». — № 64810 U; заявл. 12.11.10; опубл. 25.11.11, Бюл. № 22.
12. Рубинштейн С.Я. Экспериментальные методики патопсихологии / С.Я. Рубинштейн. — М.: ЗАО Изд-во ЭКСМО-Пресс, 1999. — 448 с.
13. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. — М.: ОНИКС 21 век. Мир, 2004. — 272 с.
14. Синельщиков Р.Г. Екологічна реабілітація здоров'я населення Донбасу: проблеми та шляхи їх розв'язання / Р.Г. Синельщиков, Г.Г. Кльонова // Довкілля і здоров'я, серія «Охорона навколишнього середовища». — 2006. — № 10. — С. 32—37.
15. 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.
16. Grandjean F. Impact of contrast sensitivity performance on visually presented neurobehavioral tests in mercury-exposed children / F. Grandjean, R.F. White, K. Sullivan // Neurotoxicology and Teratology. — 2001. — Vol. 23. — P. 141—146.

Взаємозв'язок характеристик когнитивних функцій міських підлітків із вмістом макро- і мікроелементів в організмі (результати лонгитюдного спостереження)

О.О. Залата

Кримський державний медичний університет імені С.І. Георгієвського, м. Сімферополь, Україна

Мета — висвітлити результати лонгитюдного спостереження.

Пацієнти та методи. Протягом 4 років у 30 міських підлітків, починаючи 12 років, оцінено вміст Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb у волоссі і досліджено стан когнитивних функцій за допомогою психологічного тестування.

Результати. Виявлено дефіцит Ca, Fe, Mn у віці 12—13 років. В останній рік лонгитуду встановлено перевищення норми у вмісті Ni і достовірне збільшення вмісту Pb у волоссі. Встановлено взаємозв'язки характеристик когнитивних функцій із вмістом елементів у волоссі. Найбільша кількість достовірних кореляцій (8) виявлена в 1-й рік лонгитуду. У 2 і 3-й рік — 7 і 2 зв'язки відповідно.

Висновки. Більш чутливими до коливань концентрацій елементів в організмі підлітків були параметри довільної уваги, але не короткочасної пам'яті.

Ключові слова: підлітки, когнитивні функції, хімічні елементи, лонгитюдне спостереження.

The relationship between the macro- and microelements content in an organism and cognitive function parameters' in city teenagers (results of longitude monitoring)

O.A. Zalata

State Institution «S.I. Georgievskiyi Crimea State Medical University», Simferopol, Ukraine

Objective. The results of longitude observation are in-process presented.

Patients and methods. During 4-s years for 30-thy city teenagers from age of 12 old years estimated content of Ca, Fe, Mn, Ni, Mo, Sr, Pb in hairs and investigate condition of cognitive function.

Results. The deficit of Ca, Fe, Mn is exposed in age 12- and 13-years. In laste year of longitudinal monitoring is set over of norm in content of Ni and reliable increase of content of Pb in hairs. Take advantage of a non-parametric cross-correlation analysis set relationship between of cognitive function parameters' and content of elements in hairs. It was found out most of number of correlations (8) in 1-th of longitude year.

Conclusion. More sensible to the fluctuation of concentrations of elements was the parameters' of voluntary attention, but not parameters' of short-term memory.

Key words: teenagers, cognitive functions, chemical elements, longitudinal monitoring.

Сведения об авторах:

Залата Ольга Александровна — канд. мед. наук, доц. каф. нормальной физиологии Крымского государственного медицинского университета имени С.И. Георгієвського. 0652-554-820 (кабинет), 0652-554-843 (лаборантская), 050-39-723-39. e-mail: olga_zalata@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 17.04.2014 г.