

References

- Gromova O.A. Formulation of vitamin complexes, supplying physiological needs in vitamins in children. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2009; 8(6): 77-84. (in Russian)
- Gromova O.A., Namazova L.S. *Vitamins and Minerals in Modern Clinical Medicine: Possibilities of Therapeutic and Preventive Technologies [Vitamins i mineraly v sovremennoy klinicheskoy meditsine: vozmozhnosti lechebnykh i profilakticheskikh tekhnologiy]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2003. (in Russian)
- Kodentsova V.M. *Vitamins [Vitamins]*. Moscow: MIA; 2015. (in Russian)
- Kon' I.Ya. Rational nutrition in the preservation of health. In: Baranov A.A., Shcheplyagina L.A. *Physiology of Growth and Development of Children and Adolescents [Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2000: 515-45. (in Russian)
- Kuchma V.R. *Hygiene of Children and Adolescents [Gigiena detey i podrostkov]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (in Russian)
- Rebrov V.G., Gromova O.A. *Vitamins, Macro and Microelements [Vitamins, makro- i mikroelementy]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (in Russian)
- Ustinova O.Yu., Luzhetskii K.P., Valina S.L., Ivashova Yu.A. Hygienic risk assessment of children with somatic health problems associated with vitamin deficiency. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (4): 79-90. (in Russian)
- Chesnokova L.A., Kuz'micheva N.A., Krasikov S.I., Sharapova N.V., Mikhaylova I.V. Some indicators of vitamin and antioxidant status among the inhabitants of the region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2013; (6): 9-11. (in Russian)
- Gromova O.A. A systematic analysis of the relationship of vitamin deficiency and congenital malformations. *Consilium medicum*. 2012; 14(6): 34-40. (in Russian)
- Kudrin A.V., Gromova O.A. *Microelements in Immunology and Oncology [Mikroelementy v immunologii i onkologii]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2007. (in Russian)
- Yambulatov A.A., Ustinova O.Yu., Luzhetskii K.P. Violation of homeostasis of the main types of exchange and immune resistance status in children with subclinical hypovitaminosis in conditions of exposure to chemical environmental factors. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (1): 77-86. (in Russian)
- Ladodo K.S. Prevalence of mineral and vitamin deficiencies in infants during the second year of life. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2011; 56(5): 94-8. (in Russian)
- Tutel'yan V.A., Razumov A.N., Vyalkov A.I. *Scientific Foundations of Healthy Diet [Nauchnye osnovy zdorovogo pitaniya]*. Moscow: Panorama; 2010. (in Russian)
- Zaytseva N.V., May I.V., Kleyn S.V. On the determination and proof of damage to human health due to an unacceptable health risk caused by environmental factors. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (2): 14-26. (in Russian)
- Gromova O.A. Cognitive and neuroplastic potential of vitamin D in children and adolescents. *Farmateka*. 2015; (6): 15-24. (in Russian)
- Kostantin Zh., Kugach V.V. Vitamins and their role in the body. *Vestnik farmatsii*. 2006; (2): 58-70. (in Russian)
- Kon' I.Ya. Deficiency of vitamins in children: the main causes, forms and ways precautions in infants and children of preschool age. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2002; 1(2): 62-6. (in Russian)
- Karpishchenko A.I. *Clinical Laboratory Diagnostics: Programs and Algorithms [Meditsinskaya laboratornaya diagnostika: programmy i algoritmy]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. (in Russian)
- Gilantz S.A. *Primer of Biostatistics*. New-York: McGraw-Hill; 1994.
- Metelitsa D.I., Karaseva E.I. Inhibition of Peroxidase-Catalyzed Oxidation of Aromatic Amines by Substituted Phenols. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*. 2003; 39(4): 401-12. (in Russian)
- Petushok N.E. *State of the glutathione system under formaldehyde, phenol and γ -radiation exposure. Possibilities of its correction by vitamins E, A and pantothenol*. Diss. Moscow; 2000. (in Russian)
- Zemlyanova M.A., Kol'dibekova Yu.V. Modern approaches to assessment of metabolism disorders of xenobiotics during their administration into body from external environment. *Ekologiya cheloveka*. 2012; (8): 8-14. (in Russian)
- Underwood B.A. Vitamin A in human nutrition: public health considerations. In: Sporn M.B., Roberts A.B., Goodman D.S., eds. *The Retinoids: Biology, Chemistry, and Medicine*. New York: Raven Press; 1994: 211-27.

Поступила 15.09.17

Принята к печати 25.12.2017

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 613.95:572.51]-02:614.72+613.31

Лужецкий К.П.¹, Устинова О.Ю.¹, Голева О.И.^{1,2}, Штина И.Е.¹

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НИЗКОУРОВНЕГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ МЕТАЛЛАМИ (СВИНЕЦ, МАРГАНЕЦ, НИКЕЛЬ, ХРОМ, КАДМИЙ)

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;²ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614000, Пермь

В ходе изучения влияния соединений металлов на функционирование эндокринной системы и систем адаптации у детей, проживающих в условиях хронического низкоуровневого многосредового (атмосферный воздух, питьевая вода) воздействия комплекса металлов, установлено повышенное содержание в крови свинца, марганца, никеля, кадмия и хрома (в 1,5–9,4 раза выше референтного уровня и в 1,3–2,2 раза – показателей группы сравнения). У этого контингента нарушения физического развития и недостаточность питания (МКБ: E44-46) выявлялись в 1,2–1,7 раз чаще, чем в условиях санитарно-гигиенического благополучия. В ходе анализа эффективности способов коррекции у детей нарушений физического развития и недостаточности питания (E44-46), ассоциированных с воздействием металлов, показана высокая эффективность комплексного применения элиминационных, мембраностабилизирующих, антиоксидантных и ноотропных технологий, с методами физиотерапии (Ультратонотерапия, индуктотермия) и лечебной физкультуры. При сопоставимых экономических затратах с традиционными подходами, предложенные технологии коррекции демонстрируют существенную выгоду (до 3,3 раз) для экономики страны и региона, предотвращенные потери по ВВП для группы наблюдения составляют 13246,0 руб./человека/год (2,25 руб. на 1 рубль затрат, в отличие от 0,7 руб. при использовании стандартных методик).

Ключевые слова: металлы (свинец, марганец, никель, кадмий, хром); дети; нарушения физического развития; недостаточность питания; технологии коррекции; оценка экономической эффективности.

Для цитирования: Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Голева О.И., Штина И.Е. Анализ эффективности технологий коррекции нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий). *Гигиена и санитария*. 2017; 97(1): 75-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-75-81>

Для корреспонденции: Лужецкий Константин Петрович, канд. мед. наук, зав. клиникой профпатологии и медицины труда, 614045, Пермь. E-mail: nemo@fcrisk.ru

Luzhetsky K.P.¹, Ustinova O.Yu.¹, Goleva O.I.^{1,2}, Shtina I.E.¹

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGIES FOR CORRECTING DISORDERS OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT IN CHILDREN LIVING IN LOW-LEVEL ATMOSPHERIC AIR POLLUTION AND DRINKING WATER WITH METALS (LEAD, MANGANESE, NICKEL, CHROMIUM, CADMIUM)

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614015, Russian Federation;²Perm State National Research University, Perm, 614000, Russian Federation

In the course of studying the impact of metal compounds on the functioning of the endocrine system and adaptation systems in children living in chronic low-level multi-environmental (atmospheric air; drinking water) effects of a complex of metals, the elevated content of lead, manganese, nickel, cadmium and chromium was established to be 1.5 - 9.4 times higher than the reference level and 1.3 - 2.2 times than indices of the comparison group). In this contingent, disorders of the physical development and malnutrition (ICD: E44-46) were detected by 1.2 - 1.7 times more often than in conditions of sanitary and hygienic well-being. In the course of the analysis of the effectiveness of methods of correction in children of physical development disorders and malnutrition (E44-46) associated with the effects of metals, there was shown the high efficiency of the complex application of elimination, membrane stabilizing, antioxidant and nootropic technologies, with methods of physiotherapy (Ultrasound therapy, inductothermy) and exercise therapy. With comparable economic costs with traditional approaches, the proposed correction technologies demonstrate a significant benefit (up to 3.3 times) for the economy of the country and the region. The prevented losses for Gross Domestic Product (GDP) for the observation group are 13246.0 rubles per person per year (2.25 rubles per 1 ruble of costs, in contrast to 0.7 rubles when using standard methods).

Key words: metals (lead; manganese; nickel; cadmium; chromium); children; violations of physical development; malnutrition; correction technologies; evaluation of economic efficiency

For citation: Luzhetsky K.P., Ustinova O.Yu., Goleva O.I., Shtina I.E. Analysis of the effectiveness of technologies for correcting disorders of the physical development in children living in low-level atmospheric air pollution and drinking water with metals (lead, manganese, nickel, chromium, cadmium). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(1): 75-81. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-75-81>

For correspondence: Konstantin P. Luzhetsky, MD, PhD, DSci., head of the Clinic of occupational pathology and labor medicine of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614015, Russian Federation. E-mail: nemo@fcrisk.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 15 September 2017

Accepted: 25 December 2017

Разработка системного профилактического подхода с применением современного научного потенциала для решения актуальных медицинских задач является одним из приоритетных направлений инновационного развития здравоохранения России, закреплённого в «Стратегии развития медицинской науки Российской Федерации до 2025 года». Наибольшее внимания в последние годы заслуживают вопросы изучения последствий негативного воздействия химических соединений на состояние здоровья экспонированного населения [1, 2].

Дети, в силу их анатомо-физиологических особенностей, являются наиболее уязвимой группой по формированию заболеваний и нарушений физического развития, в том числе связанных с влиянием факторов окружающей среды [3 – 6]. Одним из важных направлений исследований является изучение влияния соединений металлов на функционирование эндокринной системы и систем адаптации у детей [7 – 11]. Такие металлы как свинец, кадмий, никель, хром влияют на разные уровни эндокринной регуляции, оказывают негативное влияние на обменные процессы и метаболизм, способствуют формированию патологии нервной и иммунной систем, вызывают нарушения физического развития у детей и подростков [12 – 14]. Последствия экспозиции металлов в детском возрасте носят необратимый характер и сохраняются в подростковом возрасте, потенцируют формирование различной соматической патологии во взрослой популяции [9].

Актуальным остается разработка профилактических мероприятий, направленных на снижение негативных последствий, обусловленных воздействием металлов на разные уровни эндокринной системы [15]. Выбор технологий определяется не только их способностью к ускоренной элиминации приоритетных соединений, определяющих общую химическую нагрузку индивидуума, но и возможностью коррекции основных патофизиологических и патоморфологических нарушений в органах-мишенях: улучшение нейровегетативной регуляции, функциональных и метаболических процессов в ЦНС (в т. ч. ноотропное, антиагрегантное и антиоксидантное воздействия препаратов гопантеновой и гамма-аминомасляной кислот); мембраностабилизи-

рующие и гепатопротекторные технологии (с использованием фосфолипидов, глицерризиновой кислоты и фитохолеретиков); нормализацию основных видов обмена, баланса окислительных и антиоксидантных процессов (снижение активности перекисного окисления липидов, повышение антиокислительной защиты клеток, восстановление кислотно-щелочного равновесия на системном, клеточном и субклеточном уровнях); улучшение мембранно-клеточных и органных механизмов биотрансформации и элиминации химических веществ и их метаболитов (сорбционные технологии с использованием препаратов полиметилсилоксана полигидрата, лигнина и лактулозы) [16]. Учитывая политропное влияние металлов на организм детей, в технологии профилактики также целесообразно включать помимо фармакопейных препаратов, методы нормализации режима и диеты, физиотерапии и лечебной физкультуры, направленные на детоксикацию, улучшение метаболизма, восстановление нейроэндокринного гомеостаза и нормализацию психоэмоциональных функций нервной системы детей [9, 15]. Вместе с тем анализ данных отечественной и зарубежной литературы позволяет сделать вывод о том, что проблема эффективной коррекции эндокринной патологии и нарушений физического развития на территориях РФ с неблагоприятным качеством атмосферного воздуха и питьевой воды по санитарно-химическим показателям является актуальной, требует дальнейшего изучения и разработки программ профилактики.

Цель исследования – разработать и оценить эффективность технологий коррекции у детей нарушений физического развития и недостаточности питания, ассоциированных с многофакторным воздействием металлов (свинец, марганец, никель, кадмий, хром).

Материал и методы

Отделом гигиены детей и подростков с клинической группой ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в период с 2014 по 2015 г. было проведено углублённое клинико-лабораторное обследо-

вание 62 детей (34 мальчиков и 28 девочек) в возрасте от 4 до 15 лет ($8,7 \pm 2,4$ года), постоянно проживающих на территориях с ненадлежащим качеством атмосферного воздуха и питьевой воды по санитарно-химическим показателям. Эти дети имеют нарушения физического развития (недостаточность питания, задержка физического развития МКБ: E44-46) и повышенное содержание в крови тропных к эндокринной системе соединений свинца, марганца, никеля, кадмия и хрома. Суммарные индексы опасности (ТНІ) для условий поступления химических веществ с атмосферным воздухом и питьевой водой на территории исследования превышали допустимые значения в отношении нарушений у детей со стороны центральной нервной (до 4,93 ТНІ) и эндокринной (до 1,13 ТНІ) систем.

Для оценки эффективности технологий коррекции из общего числа детей группы исследования были сформированы группа наблюдения «А» и группа наблюдения «Б», по 31 ребёнку в каждой. Группы были сопоставимы по возрасту и полу ($p > 0,05$). В разработанную и апробируемую схему коррекции группы наблюдения «А» были включены технологии, оказывающие элиминационное (энтеросгель, 7 дней), мембраностабилизирующее (эслидин, 21 день), антиоксидантное (мульти-табс Юниор, 21 день; реамберин, № 7–10), ноотропное действие (пантогам, 21 день) и мероприятия физиотерапии (ультратерапию на волосистую часть головы, № 8–10, индуктотермия на область печени и жёлчного пузыря, № 8–12) и ЛФК. Препараты назначались в возрастных дозировках согласно инструкциям по применению. Вся схема повторялась 2 раза в течение 1 года с интервалом в 6 мес, курс – 21 день. Группа наблюдения «Б» получила стандартный комплекс медицинских мероприятий, включающий диетотерапию, поливитамины с микроэлементами и лечебную физкультуру [17]. При выписке детям и родителям обеих групп было рекомендовано соблюдение режима дня и питания.

Измерение содержания марганца, никеля, свинца, хрома в пробах крови выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS) на масс-спектрометре Agilent 7500cx в соответствии с МУК 4.1.3161–14 «Методика измерений массовых концентраций свинца, кадмия, мышьяка в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» и МУК 4.1.3230–14 «Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой». Оценку содержания свинца, марганца, никеля, хрома и кадмия в биосредах детей группы наблюдения «А» проводили относительно показателей в биосредах лиц группы наблюдения «Б» и референтного уровня [18]. Лабораторная диагностика выполнялась по унифицированным методикам на сертифицированном оборудовании в аккредитованных лабораториях с использованием спектрофотометра ПЭ-5300в, биохимического Konelab 20 и иммуноферментного Infinite F50 анализаторов и стандартных тест-наборов. Исследования выполнены в отделе химико-аналитических методов исследования, отделе биохимических и цитогенетических методов диагностики, отделе иммунобиологических методов диагностики ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (зав. – д-р биол. наук Т.С. Уланова, д-р мед. наук М.А. Землянова, д-р мед. наук О.В. Долгих).

Медико-биологические исследования проводились с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской Декларации (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ИСО Е6 GCP). Программа исследования была одобрена Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (протокол № 7 от 15.10.2014 г.).

Для проведения социологических, клинико-функциональных и лабораторных исследований предварительно у всех законных представителей обследованных детей было получено добровольное информированное согласие. Социологический анализ (анкетирование по 34 вопросам) включал оценку социального статуса семьи, наличие наследственных факторов у родственников, характер пищевого рациона, двигательной физической активности ребёнка, частоту и длительность острых ре-

спираторных заболеваний (ОРИ). Уровень заболеваемости детей Пермского края болезнями эндокринной системы (МКБ: E44-46) оценивался на основании анализа формы № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения», выдачи листов нетрудоспособности по форме № 16-вн «Сведения о причинах временной нетрудоспособности». Работа выполнена в рамках плана госбюджетных научно-исследовательских работ ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.

Оценка эффективности технологий коррекции выполнена через 12 мес катанестическим методом. Критерии эффективности обосновывались на анализе изменений формирующихся в условиях многоуровневого низкоуровневого воздействия металлов патогенетических сдвигов и включали: оценку нормализации показателей физического развития не менее чем на 1 стандартный интервал (SDS – standard deviation score длины и массы тела, индекса массы тела (ИМТ)) за 12 мес [19]; наличие/отсутствие жалоб астено-невротического и вегетативного характера, оценку параметров вегетативной регуляции; оценку показателей нейроэндокринной регуляции (кортизол, серотонин, Т4 св., ТТГ, ИФР-1) и обменных процессов (мочевая кислота, мочевины); оценку уровня нейромедиаторов крови (ГАМК); оценку показателя общей антиоксидантной активности крови, содержания супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, гидроперекисей липидов и малонового диальдегида; оценку нарушенных показателей гуморального и/или клеточного звена иммунитета, изменение активности факторов неспецифической иммунной резистентности (оценку частоты и длительности сопутствующей острой респираторной патологии, ОРИ, МКБ: J06.9); оценку изменения содержания свинца, марганца, никеля, хрома, кадмия в крови относительно референтного уровня [20].

По завершению технологий коррекции выполнена оценка экономической эффективности с сопоставлением понесённых затрат и полученных результатов (выгод). При оценке экономической эффективности учитывали, что затраты на реализацию корректирующих программ могли быть осуществлены как родителями ребёнка, так и государством, поэтому выделяли два уровня экономической оценки: микроуровень (семья) и макроуровень (государство). Расчёт потерь государства по ВВП (неполученному ВВП) рассчитывался с использованием «Методологии расчёта экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения» (Приказ Минэкономразвития, Минздравсоцразвития, Минфина и Росстата от 10 апреля 2012 г. № 192/323н/45н/113). Предотвращённые экономические потери ВВП за год на одного ребенка рассчитывались как разность между потерями ВВП, которые рассчитывались с учётом использования технологий коррекции и потерями ВВП, возникающими без проведения мероприятий.

Предварительно выполнено исследование распределений случайных величин, соответствующих анализируемым показателям, которое позволило установить их согласованность с законом нормального распределения. В качестве критерия согласия использовали χ^2 . Сравнение двух несвязанных групп проведено по величине t -критерия Стьюдента. Статистически значимыми являлись отличия при $p \leq 0,05$ [21]. Исследования выполнены в отделе математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (зав. – канд. техн. наук Д.А. Кирьянов).

Результаты

В ходе сравнительной оценки эффективности технологий коррекции выявлено, что у детей, получавших предложенную схему (группа наблюдения «А»), через 12 мес отмечалась положительная динамика клинико-лабораторных данных и соматического статуса, в т. ч. антропометрических показателей. Увеличение массы тела составило от 1,2 до 3,8 кг, в среднем – $2,2 \pm 0,5$ кг (SDS ИМТ увеличился с $-1,25$ до $-0,75$), у детей группы наблюдения «Б» произошло повышение массы тела лишь на $1,2 \pm 0,3$ кг (до $-1,0$ SDS ИМТ, $p = 0,001$). После завершения курса коррекции у 35,8% детей группы наблюдения «А» был снят

Содержание химических веществ в крови детей групп наблюдения до и после проведения технологий коррекции, мг/дм³

Элемент	Референтный уровень	Группа наблюдения «А»		P_1	Группа наблюдения «Б»		P_2
		до	после		до	после	
Свинец	0,004 – 0,047	0,019 ± 0,002	0,012 ± 0,001	0,01	0,018 ± 0,002	0,017 ± 0,002	0,31
Марганец	0,003 – 0,0084	0,013 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,01	0,013 ± 0,001	0,013 ± 0,001	1,0
Никель	0,0003 – 0,0007	0,0046 ± 0,002	0,0018 ± 0,001	0,01	0,0043 ± 0,002	0,0047 ± 0,002	0,68
Кадмий	0,0001 – 0,0005	0,0004 ± 0,0002	0,0001 ± 0,0002	0,01	0,0004 ± 0,0002	0,00035 ± 0,0001	0,41
Хром	0,0004 – 0,0012	0,0025 ± 0,0005	0,0009 ± 0,0003	0,01	0,0026 ± 0,0005	0,0025 ± 0,0004	0,84

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: P_1 – статистическая значимость различий до и после коррекции в группе наблюдения «А»; P_2 – статистическая значимость различий до и после коррекции в группе наблюдения «Б».

Клинико-лабораторные показатели детей групп исследования до и после проведения технологий коррекции

Показатель	Группа наблюдения «А»		P_1	Группа наблюдения «Б»		P_2
	до	после		до	после	
ИФР-1, нг/мл	111,9 ± 15,3	156,3 ± 16,9	0,01	112,8 ± 16,1	115,4 ± 14,7	0,76
α -амилаза, Е/дм ³	57,6 ± 18,7	83,34 ± 21,31	0,02	58,4 ± 19,2	59,33 ± 18,07	0,94
Мочевая кислота мкмоль/дм ³	225,3 ± 36,2	151,9 ± 25,6	0,01	226,3 ± 37,3	220,5 ± 32,4	0,70
Мочевина, ммоль/дм ³	6,2 ± 2,6	4,5 ± 1,9	0,05	6,0 ± 2,4	5,9 ± 0,9	0,82
T4 свободный, пкмоль/л	16,4 ± 0,8	18,6 ± 1,7	0,01	16,4 ± 2,2	16,2 ± 2,3	0,85
ТТГ, мкМЕ/см ³	2,1 ± 0,6	1,5 ± 0,33	0,01	2,1 ± 0,6	1,9 ± 0,38	0,28
Серотонин, нг/мл	187,0 ± 15,1	121,3 ± 19,0	0,01	105,6 ± 21,8	112,7 ± 22,5	0,53
Кортизол, нм/см ³	499,7 ± 92,9	237,4 ± 35,1	0,01	410,9 ± 41,7	398,6 ± 51,2	0,63
ГАМК, мкмоль/дм ³	0,072 ± 0,006	0,125 ± 0,02	0,01	0,071 ± 0,008	0,078 ± 0,011	0,19

диагноз недостаточность питания (E44-46), у 28,8% – диагноз задержка физического развития (E45), что в 2,4–3,1 раза больше, чем в группе наблюдения «Б» (14,7 и 9,3% соответственно, $p = 0,049–0,05$). Одновременно при оценке физического развития в группе наблюдения «А» установлено увеличение длины тела от 2,5 до 5,5 см (3,7 ± 1,3 см в среднем по группе), SDS роста выросло с -1,25 до -0,75 (2,1 ± 1,1 см, -1,0 SDS роста в группе наблюдения «Б», $p = 0,05$).

У 35,8 и 63,1% детей группы наблюдения «А» уменьшились бледность, сухость и шелушение кожных покровов, исчезли «заеды» в углах рта, перорбитальные «тени» (12,7 и 31,9% соответственно, $p = 0,01 – 0,05$), у 51,8% уменьшились симптомы эндогенной интоксикации (у 28,0% в группе наблюдения «Б», $p = 0,05$), у 42,1–57,8% жалобы астеновегетативного характера (19,3–25,1% в группе наблюдения «Б», $p = 0,01–0,05$).

В результате проведения технологий коррекции среднegrupповое содержание химических соединений (свинца, никеля, кадмия, марганца, хрома) в крови детей группы наблюдения «А» уменьшилось от 1,6 до 3,9 раза, при этом содержание кадмия и марганца у всех детей достигло референтных значений ($p = 0,01$). Содержание в крови исследуемых химических ве-

ществ в группе наблюдения «Б» практически не изменилось и оставалось на прежних уровнях ($p = 0,31 – 1,0$) (табл. 1).

В качестве показателей, отражающих положительную динамику технологий коррекции эндокринных нарушений, у 29,3 и 52,7% детей группы наблюдения «А» выявлено повышение в 1,4 – 1,5 раза уровня ИФР-1 и α -амилазы сыворотки крови, нормализация уровня мочевой кислоты и мочевины, $p = 0,01–0,05$, при этом в группе наблюдения «Б» исследуемые показатели находились на уровне исходных значений ($p = 0,7–0,94$) (табл. 2).

У детей, получавших разработанную технологию коррекции, выявлена активация нейрогуморальных процессов в виде более значимого увеличения концентрации T4 свободного ($p = 0,01$), с 22,7 до 10,3% уменьшилось число детей с низким содержанием данного гормона ($p = 0,05$). У 9,3% детей с 2,1 ± 0,6 мкМЕ/см³ до 1,5 ± 0,33 мкМЕ/см³ уменьшился уровень ТТГ ($p \leq 0,01$).

В ходе лабораторного исследования у детей группы наблюдения «А» в сыворотке крови выявлено повышение в 1,7 раза ГАМК, с 31,4 до 11,2% уменьшилось число детей с низким содержанием данного показателя ($p = 0,01$). У 36,2–43,9% обследованных детей группы наблюдения «А» выявлено снижение в 1,5–2,1 раза уровня кортизола и серотонина ($p = 0,01$), которое не было зафиксировано в группе наблюдения «Б» ($p = 0,53–0,63$).

Таблица 3

Сравнительный анализ общей иммунной резистентности детей до и после проведения технологий коррекции

Показатель, ед. изм.	Группа «А»		P_1	Группа «Б»		P_2
	до	после		до	после	
Частота ОРИ, случаи	4,81 ± 0,76	1,97 ± 0,26	0,01	4,68 ± 0,52	3,74 ± 0,51	0,28
Общая длительность ОРИ за год, дни	54,01 ± 3,42	14,85 ± 2,31	0,01	55,59 ± 4,01	40,99 ± 3,76	0,56
Средняя длительность ОРИ за год, дни	11,23 ± 0,51	7,54 ± 0,78	0,01	11,88 ± 0,37	10,96 ± 0,97	0,79

Наиболее выраженная положительная динамика наблюдалась со стороны антиоксидантной защиты. Показатели антиоксидантной функции у 51,3–62,7% в среднем по группе наблюдения «А» приблизились к нормативным значениям, выявлено снижение в 1,5 раза ГПО (до 30,1 ± 3,0 нг/мл) и повышение в 1,6 раза Cu/Zn-СОД (до 56,1 ± 3,9 нг/см³, $p = 0,03 – 0,05$), уровень антиоксидантной активности сыворотки достиг нормативных значений (с 29,1 ± 0,6% до 37,8 ± 0,6%, $p = 0,01$), при этом в группе наблюдения «Б»

Таблица 4

Стоимость медикаментозной части технологии коррекции на одного пациента с диагнозом Е44-46 в год (по данным за 2015 г.)

Препарат	Стоимость, руб.	
	Группа «А»	Группа «Б»
Энтеросгель	280,00	-
Эслидин	158,00	-
Мульти-табс Юниор	151,00	151,00
Реамберин	882,00	-
Пантогам	98,00	-
Всего на курс	1 569,00	151,00
Всего в год	3 138,00	302,00

исследуемые показатели находились на уровне исходных величин. У 48,9% детей группы наблюдения «А» снизился в 1,9 раза исходно повышенный в сыворотке крови уровень ГПЛ (до $216,5 \pm 65,6$ мкмоль/дм³) ($p = 0,05$), МДА в среднем по группе достиг значений физиологической нормы (до $1,8 \pm 0,2$ мкмоль/см³, $p = 0,01$).

По результатам сравнительного анализа иммунологического тестирования, выявлена устойчивая положительная динамика клеточных субпопуляций лимфоцитов и гуморальных факторов иммунного ответа у детей группы наблюдения «А». Содержание Т-лимфоцитов (CD3) достоверно увеличилось на 13–21% относительно исходного уровня (до $76,2 \pm 7,3$ и $2,3 \pm 0,6$ в $10^9/л$, $p = 0,01$ – $0,04$, соответственно). У детей группы наблюдения «А» выявлено повышение числа популяции активных клеток (CD25), абсолютное содержание двойных позитивных клеток (CD3+, CD25+) увеличилось в 1,3 раза (до $0,264 \pm 0,04$ в $10^9/л$), что подтверждает восстановление Т-хелперных механизмов адаптивного иммунитета ($p = 0,03$). Выявлено иммуномодулирующее действие предложенной схемы, в группе наблюдения «А» отмечена нормализация абсолютного и относительного содержания клеток, несущих на поверхности рецептор к ИЛ-7 (CD127) (с $1,68 \pm 1,08\%$ до $1,19 \pm 0,87\%$, $p = 0,05$ и с $0,05 \pm 0,03$ до $0,028 \pm 0,042$ в $10^9/л$, $p = 0,03$, соответственно).

Исходная частота острых респираторных инфекций в обеих группах составляла $4,81 \pm 0,76$ и $4,68 \pm 0,52$ случаев в году и статистически не отличалась. После применения предложенной технологии коррекции частота заболеваний у детей группы «А» достоверно снизилась в 2,4 раза в среднем по группе до $1,97 \pm 0,26$ случаев в году, а в группе сравнения кратность снижения составила 1,2 раза (до $3,74 \pm 0,51$ случаев). Исходная общая длительность ОРИ за год в обеих группах наблюдения статистически не отличалась и составляла $54,01 \pm 3,42$ и $55,59 \pm 4,01$ дня соответственно. На фоне использования схемы «А» общая длительность ОРИ в группе наблюдения «А» уменьшилась в 3,6 раза и составляла $14,85 \pm 2,31$ дня в году, в группе наблюдения «Б» данный показатель снизился в 1,4 раза до $40,99 \pm 3,76$ дней ($p = 0,01$). При применении схемы коррекции «А» средняя длительность сократилась до $7,54 \pm 0,78$ дней против $10,96 \pm 0,97$ дней при использовании схемы «Б» ($p = 0,01$) (табл. 3).

При оценке экономической эффективности на микроуровне расходы семьи на разработанную и предложенную технологию

Таблица 5

Стоимость лечебных мероприятий на одного пациента с диагнозом ОРИ (J06.9) на 1 случай (по данным за 2015 г.)

Препарат	Стоимость, руб.
Парацетамол 0,02 при температуре (10 табл.)	4,00
Арбидол 0,05 по 1 табл. 4 раза в день (28 табл.)	560,00
Гриппферон в нос по 1 кап. 4 раза в день в нос (1 фл.)	400,00
Амброксол (лазолван) по 1 дес. лож. 3 раза в день (1 фл.)	330,00
Всего на 1 случай	1 294,00

Таблица 6

Расходы на технологии коррекции (Е44-46) и лечение ОРИ (J06.9) в год для семьи, руб. (по данным за 2015 г.)

Показатель	Без корректирующих мероприятий	Группа «А»	
		Группа «А»	Группа «Б»
Расходы на коррекцию (Е44-46) в год	0,00	3 138,00	302,00
Расходы на лечение (J06.9) в год	6 470,0	2 588,0	5 176,0
Совокупные расходы на технологии коррекции и лечение	6 470,0	5 726,0	5 478,0

коррекции (при реализации родителями схемы 2 раза в год) составляли 3 138,00 руб., в то время когда стандартные подходы требовали лишь 302,00 руб. (табл. 4)

Вместе с тем, расходы, понесенные семьёй на лечение сопутствующей и патогенетически связанной с недостаточностью питания (МКБ: Е44-46) острой респираторной патологии (до 5 случаев ОРИ в год, МКБ: J06.9), увеличивались до 6 470,0 рублей ($1 294,0 \cdot 5 = 6 470,0$ руб., табл. 5).

Таким образом, прямые расходы семей по схемам «А» и «Б» в целом сопоставимы в денежном выражении: 5 726,0 руб. и 5 478,0 руб. соответственно (разница составляет 248 рублей) (табл. 6). При этом у детей, получавших разработанную технологию коррекции (схема «А»), достигнуто более значимое улучшение показателей физического развития относительно схемы «Б» (увеличение массы и роста в 1,8 раза), в 1,9–2,7 раза сократились частота и длительность сопутствующей респираторной патологии ($p = 0,03$ – $0,04$). Кроме того, снижены косвенные затраты (недополученная выгода) у родителей, вынужденных оформлять лист нетрудоспособности и не имеющих стажа более 8 лет (расчёт выплат по листам нетрудоспособности предполагает оплату из расчёта 100% среднего заработка при стаже более 8 лет).

Экономическая оценка эффективности медико-профилактических мероприятий для государства включает в себя не только оценку прямых затрат на технологии коррекции и лечение, но и оценку потерь по ВВП.

Расходы на технологии коррекции и лечение 1 ребёнка в год представлены в табл. 7. В основу расчёта положены данные о расходах на лечение 1 ребёнка с диагнозом (Е44-46) в Пермском крае в 2015 г., которые составляли 1 372 руб. (по данным медицинской статистики выявлено 3 198 случаев, затраты на которые на обследование и лечение составили 4 387 000 руб.).

Расчёт потерь по недополученному ВВП рассчитан с учётом влияния периода нетрудоспособности родителей, по причине использования больничного листа по уходу за ребёнком (табл. 8). По данным форм 12 и 16-вн, в 2015 г. в Пермском крае по уходу за детьми от 0 до 15 лет было выдано 150 тыс. листов нетрудоспособности, а заболеваемость составила 1 400 тыс. случаев. Таким образом, доля родителей, использующих пособие по уходу за ребёнком, достигала 10,7%.

Таблица 7

Расходы на технологии коррекции и лечение для системы здравоохранения на 1 человека в год, руб. (по данным за 2015 г.)

Показатель	Без корректирующих мероприятий	Группа «А»	
		Группа «А»	Группа «Б»
Расходы на коррекцию (Е44-46) в год	0,0	3 138,00	302,00
Расходы на лечение (J06.9) в год	6 860,0	2 744,0	5 488,0
Совокупные расходы на технологии коррекции и лечение	6 860,0	5 882,0	5 790,0

Оценка экономических потерь ВВП по одному ребёнку в год, руб. (по данным за 2015 г.)

Показатель	Без профилактических мероприятий	Схема «А»	Схема «Б»
Среднестатистические экономические потери ВВП на 1 случай заболевания (с учётом оформления листов нетрудоспособности в 10,7% случаев и продолжительности случая заболевания в соотв. с табл. 3)	3 626,0	2 442,0	3 524,0
Экономические потери по ВВП в год (в соотв. с частотой заболеваний по табл. 3)	18 130,0	4 884,0	14 096,0
Предотвращённые экономические потери ВВП за год на 1 ребёнка	-	13 246,0	4 034,0
Предотвращённые экономические потери ВВП на 1,0 руб. затрат для системы здравоохранения (затраты на коррекцию, диагностику и лечение)	-	2,25	0,7

Анализ экономических потерь показал значимое преимущество использования предложенных и апробированных технологий по коррекции нарушений физического развития и недостаточности питания (МКБ-10: E44-46), ассоциированных с многосредовым низкоуровневым воздействием химических техногенных соединений тропных к эндокринной системе (свинец, марганец, никель, кадмия, хром). Потери ВВП на 1 ребёнка за год при использовании схемы «А» в 3,7 раза меньше, чем без них; по схеме «Б» – только в 1,3 раза. Результатом использования технологий коррекции является сокращение до 73% потерь ВВП на 1 ребёнка за год (при сравнении с ситуацией, когда мероприятия не применяются), в то время как по схеме «Б» сокращение потери ВВП возможно только на 22%. Предотвращённые экономические потери ВВП на 1,0 руб. затрат для системы обязательного медицинского страхования (ОМС) (затраты на коррекцию, диагностику и лечение) составили 2,25 руб. в отличие от 0,7 руб. при использовании традиционных подходов.

Выводы

Таким образом, полученные результаты сравнительной оценки эффективности технологий коррекции нарушений физического развития и недостаточности питания (МКБ-10: E44-46), ассоциированных с многосредовым низкоуровневым воздействием металлов (свинец, марганец, никель, кадмия, хром), свидетельствуют:

- о более выраженной положительной динамике в 1,2–3,9 раза клинико-лабораторных (в т. ч. до 1,8 раз показателей физического развития – массы и длины тела), функциональных и химико-аналитических показателей при использовании предложенных подходов по сравнению со стандартными методиками;
- о том, что сочетание базовых рекомендаций министерства здравоохранения РФ (диета, режим) с патогенетически обоснованными элементами ноотропной (пантогам), элиминационной (энтеросгель), мембраностабилизирующей и гепатопротекторной (эслидин), антиоксидантной (мульти-табс юниор, реамберин) технологий позволяет добиться максимальной клинической эффективности;
- о том, что предотвращённые потери по ВВП на 1 ребёнка в год (13 246,0 руб. год) демонстрируют существенную выгоду (до 3,3 раза) предложенных технологий коррекции, эффективность медико-профилактических мероприятий составила 2,25 руб. на 1,0 руб. затрат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Боев В.М., Боев М.В., Тулина Л.М., Неплохов А.А. Детерминированные экологические факторы риска для здоровья населения моногородов. *Анализ риска здоровью*. 2013; (2): 39-44.
2. Корочкина Ю.В., Перекусихин М.В., Васильев В.В., Пантелеев Г.В. Гигиеническая оценка окружающей среды и здоровья детей города Пензы. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 33-9.
3. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011; 57(5): 18.
4. Григорьев Ю.И., Ершов А.В., Силин И.И. Качество воздушной среды и заболеваемость детей. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(4): 28-31.

5. Кучма В.Р. *Гигиена детей и подростков*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
6. Сергеев О.В., Сперанская О.А. *Вещества, нарушающие работу эндокринной системы: состояние проблемы и возможные направления работы*. Самара: Ас Гард; 2014.
7. Гильденскильд Р.С., Новиков Ю.В., Хамидулин Р.С., Анискина Р.И., Винокур И.Л. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм. *Гигиена и санитария*. 1992; 71(5-6): 6-9.
8. Корчина Т.Я., Корчин В.И. Сравнительная характеристика интоксикации свинцом и кадмием населения ханты-мансийского автономного округа области. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(2): 8-10.
9. Лужецкий К.П. *Гигиеническая оценка воздействия природных и техногенных химических факторов на развитие йоддефицитных заболеваний у детей и совершенствование профилактических мероприятий*: Автореф. дисс ... канд. мед. наук. Пермь; 2010.
10. Вандышева А.Ю., Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Щербаков А.А. Темпы биологического созревания и особенности нарушений костно-мышечной системы у детей в условиях пероральной экспозиции стронция с питьевой водой. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (12): 45-7.
11. Зайцева Н.В., Савельев И.К., Портнов А.К., Сутина Г.Н. Влияние полиметаллических загрязнений объектов окружающей среды на изменение микроэлементного состава биосред у детей. *Гигиена и санитария*. 2004; 83(4): 11-5.
12. Абрамова Н.А., Фадеев В.В., Герасимов Г.А., Мельниченко Г.А. Зобогенные вещества и факторы (Обзор литературы). *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. 2006; 2(1): 21-32.
13. Ланин Д.В. Анализ регуляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска. *Анализ риска здоровью*. 2013; (1): 73-81.
14. Устинова О.Ю., Зайцева Н.В., Пермяков И.А., Вандышева А.Ю., Верихов Б.В. Влияние марганца на костный метаболизм у детей, проживающих в условиях воздействия химических факторов среды обитания. *Фундаментальные исследования*. 2011; (9): 314-7.
15. Аминова А.И., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П., Маклакова О.А. Технологии профилактики экообусловленных аллергических заболеваний органов дыхания у детей в детских дошкольных учреждениях. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2011; (5): 86-7.
16. Шгина И.Е., Лужецкий К.П., Устинова О.Ю. Оценка эффективности профилактики нарушений физического развития и недостаточности питания (E44-46), ассоциированных с воздействием металлов (свинец, марганец, никель, кадмий, хром) у детей. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (4): 38-42.
17. Воронцов И.М., Мазурин А.В. *Пропедевтика детских болезней*. СПб: Фолиант; 2009.
18. Reference data. Metod analiza ICP-MS, 1999-2001g. ALS Skandinavia. Available at: https://www.alsglobal.se/mediae/pdf/reference_data_biomonitoring_120710.pdf
19. МР 01-19/31-17. Методические рекомендации оценки физического развития и состояния здоровья детей и подростков, изучение медико-социальных причин формирования отклонений в здоровье. М.: 1996.
20. Тиц Н.У. *Клиническое руководство по лабораторным тестам: руководство*. М.: ЮНИМЕД-пресс; 2003.
21. Гланц С. *Медико-биологическая статистика*. Пер. с англ. М.: Практика; 1999.

References

1. Boev V.M., Boev M.V., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Determined ecological human health risk factors in single factory towns. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (2): 39-44. (in Russian)
2. Korochkina Yu.V., Perkusikhin M.V., Vasil'ev V.V., Pantelev G.V. Hygienic environmental assessment and health of children in Penza. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (3): 33-9. (in Russian)
3. Bukharova E.M. Influence of urban factors on the physical development and health of children. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2011; 57(5): 18. (in Russian)

4. Grigor'ev Yu.I., Ershov A.V., Silin I.I. Air quality and childhood morbidity. *Gigiena i sanitariya*. 2010; 89(4): 28-31. (in Russian)
5. Kuchma V.R. *Hygiene of Children and Adolescents [Gigiena detey i podrostkov]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (in Russian)
6. Sergeev O.V., Speranskaya O.A. *Substances that Disrupt the Endocrine System: Status and Possible Directions of Work [Veshchestva, narushayushchie rabotu endokrinnoy sistemy: sostoyaniye problemy i vozmozhnye napravleniya raboty]*. Samara: As Gard; 2014. (in Russian)
7. Gil'denskiol'd R.S., Novikov Yu.V., Khamidulin R.S., Aniskina R.I., Vinokur I.L. Heavy metals in environment and their impact on a body. *Gigiena i sanitariya*. 1992; 71(5-6): 6-9. (in Russian)
8. Korchina T.Ya., Korchin V.I. Comparative characteristics of lead and cadmium intoxication in the Khanty-Mansi Autonomous District. *Gigiena i sanitariya*. 2011; 90(2): 8-10. (in Russian)
9. Luzhetskiiy K.P. *Hygienic assessment of the impact of natural and anthropogenic chemical factors on the development of iodine deficiency diseases in children and the improvement of preventive: Diss. Perm'*; 2010. (in Russian)
10. Vandysheva A.Yu., Luzhetskiiy K.P., Ustinova O.Yu., Shcherbakov A.A. Rates of the biological maturation and particularities of violation of the locomotor system in children under conditions of oral exposure to strontium in drinking water. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (12): 45-7. (in Russian)
11. Zaitseva N.V., Ulanova T.S., Plakhova L.V., Suetina G.N. Influence of multimetallic pollution of environmental objects on changes in the trace element composition of the biological media in children. *Gigiena i sanitariya*. 2004; 83(4): 11-5. (in Russian)
12. Abramova N.A., Fadeev V.V., Gerasimov G.A., Mel'nichenko G.A. Environmental Goitrogens and Goitrogenic Factors. *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya*. 2006; 2(1): 21-32. (in Russian)
13. Lanin D.V. The analysis of the co-regulation between the immune and neuroendocrine systems under exposure to risk factors. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (1): 73-81. (in Russian)
14. Ustinova O.Yu., Zaytseva N.V., Permyakov I.A., Vandysheva A.Yu., Verikhov B.V. The influence of manganese on bone metabolism of the children residing in the conditions of the influence of chemical factors of the environment. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2011; (9): 314-7. (in Russian)
15. Aminova A.I., Ustinova O.Yu., Luzhetskiiy K.P., Maklakova O.A. Prevention technologies ecobulletin of allergic respiratory diseases in children in preschool institutions. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2011; (5): 86-7. (in Russian)
16. Shtina I.E., Luzhetskiiy K.P., Ustinova O.Yu. Assessment of the effectiveness of preventing physical development and malnutrition (E44-46) associated with the effects of metals (lead, manganese, nickel, cadmium, chromium) in children. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (4): 38-42. (in Russian)
17. Vorontsov I.M., Mazurin A.V. *Propedeutics of Childhood Diseases [Propedevtika detskikh bolezney]*. St. Petersburg: Foliant; 2009. (in Russian)
18. Reference data. Metod analiza ICP-MS, 1999-2001g. ALS Skandinavia. Available at: https://www.alsglobal.se/mediae/pdf/reference_data_biomonitoring_120710.pdf
19. MR 01-19/31-17. Methodical recommendations for assessing the physical development and health status of children and adolescents, studying the medical and social reasons for the formation of deviations in health. Moscow; 1996. (in Russian)
20. Tits N.U. *Clinical Guidelines for Laboratory Tests: Guidelines [Klinicheskoe rukovodstvo po laboratornym testam: rukovodstvo]*. Moscow: YUNIMED-press; 2003. (in Russian)
21. Glantz S.A. *Primer of Biostatistics*. New-York: McGraw-Hill; 1994.

Поступила 15.09.17

Принята к печати 25.12.2017

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 613.95:616-092:612.017.1.064:614.72:546.62

Долгих О.В.¹, Отавина Е.А.¹, Аликина И.Н.¹, Казакова О.А.¹, Жданова-Заплевичко И.Г.², Гусельников М.А.¹

ОСОБЕННОСТИ ИММУНОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АЭРОГЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ АЛЮМИНИЕМ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области, 664003, Иркутск

Установлено, что в группе детского населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции алюминия, средняя концентрация алюминия в моче достоверно ($p < 0,05$) превышала референтные значения в 5,5 раза и аналогичный показатель в группе сравнения в 4,5 раза. Оценка параметров зависимости «средняя концентрация вещества в атмосферном воздухе – концентрация вещества в моче» позволила получить адекватные ($F \geq 3,96$, $p \leq 0,05$) и биологически правдоподобные модели зависимости концентрации алюминия в моче от его средней концентрации при поступлении из атмосферного воздуха. Установлено достоверное превышение общей и специфической к алюминию сенсибилизации в основной группе по отношению к группе сравнения в 1,4 и 1,5 раз соответственно. Уровень специфического IgG к алюминию у 44% детей обследуемой группы достоверно превышал референтный уровень и аналогичные показатели группы сравнения ($p < 0,05$). Установлено достоверное снижение в 1,9 раза ($p < 0,05$) содержания серотонина в группе наблюдения по отношению к контрольной группе. Анализ причинно-следственных связей позволил верифицировать понижение концентрации серотонина в крови при увеличении содержания алюминия в моче ($R^2 = 0,20$; $p < 0,05$). Выявлены особенности иммунорегуляторных нарушений у детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминия, выражающиеся в достоверном по отношению к норме снижении фагоцитарной активности, угнетении количества CD95+, Вах и активации CD127, свидетельствующие о дисрегуляции проинфламмированных процессов клеточной гибели, что в условиях хронической гаптенной экспозиции может привести к формированию иммунной депрессии и в дальнейшем к развитию иммунодефицитных и аутоиммунных состояний. Разработанная система иммунологических показателей и направленность их изменений рекомендуются для мониторинга ранних нарушений иммунорегуляции, ассоциированных с экспозицией алюминия.

Ключевые слова: экспозиция алюминия; иммунорегуляция; клеточная гибель.

Для цитирования: Долгих О.В., Отавина Е.А., Аликина И.Н., Казакова О.А., Жданова-Заплевичко И.Г., Гусельников М.А. Особенности иммунорегуляторных показателей у детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминия. *Гигиена и санитария*. 2017; 97(1): 81-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-1-81-84>

Для корреспонденции: Долгих Олег Владимирович, д-р мед. наук, зав. отд. иммунобиологических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». E-mail: oleg@fcrisk.ru