

4. Suchkov I.A. Correction of endothelial dysfunction: current status of the problem (literature review). *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2012; (4): 151–7. (in Russian)
5. Gimaeva Z.F., Bakirov A.B., Badamshina G.G., Karimova L.K. Indicators of serum lipid spectrum among workers of chemical industry. *Meditsinskiy Vestnik Bashkortostana*. 2015; 10(4): 44–8. (in Russian)
6. Park S., Lakatta E.G. Role of Inflammation in the Pathogenesis of Arterial Stiffness. *Yonsei Med. J.* 2012; 53(2): 258–61.
7. Steppan J., Barodka V., Berkowitz D.E., Nyhan D. Vascular Stiffness and Increased Pulse Pressure in the Aging Cardiovascular System. *Cardiol. Res. Pract.* 2011; 2011: 263585.
8. Kuranov A.A., Baleev M.S., Mitrofanova N.N., Mel'nikov V.L. Some aspects of the pathogenesis of atherosclerosis and risk factors for cardiovascular disease. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; (10-6): 1234–8. (in Russian)
9. Shur P.Z., Shlyapnikov D.M., Alekseev V.B., Chigvintsev V.M. Prospects of occupational risk evaluation via modelling methods. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014; (12): 4–8. (in Russian)
10. Zaytseva N.V., Trusov P.V., Shur P.Z., Kir'yanov D.A., Chigvintsev V.M., Tsinker M.Yu. Methodical approaches to health risk assessment of heterogeneous environmental factors based on evolutionary models. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (1): 15–23. (in Russian)
11. Zaytseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Trusov P.V., Shevyreva M.P., Goncharuk N.N. Method of determining integral permissible risk of separate classes and sorts of products for human health. Patent RF N 2368322; 2008. (in Russian)
12. Lelyuk V.G., Lelyuk S.E. *Ultrasound Angiology [Ul'trazvukovaya angiologiya]*. Moscow: Real'noe vremya; 2003. (in Russian)
13. Almazov V.A., Berkovich O.A., Sitnikova M.Yu., Volkova E.V., Bazhenova E.A., Alugishvili M.Z. et al. Endothelial dysfunction in patients with ischemic heart disease relation to the age of onset symptoms. *Kardiologiya*. 2001; (5): 1–5. (in Russian)

Поступила 19.09.16  
Принята к печати 07.11.16

## Гигиена детей и подростков

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.72/.77:572.511-053.2

Лужецкий К.П.<sup>1,2</sup>, Устинова О.Ю.<sup>1,2</sup>, Вандышева А.Ю.<sup>1</sup>, Вековшинина С.А.<sup>1</sup>.

### НАРУШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НИЗКОУРОВНЕГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ МЕТАЛЛАМИ НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

*Проведено клинико-лабораторное обследование 183 детей, проживающих в условиях хронического низкоуровневого воздействия комплекса металлов (атмосферный воздух и питьевая вода – свинец, никель, кадмий, марганец, хром), и 46 детей, проживающих в условиях санитарно-гигиенического благополучия среды обитания. Суммарные индексы опасности (ТН) поступления химических веществ с атмосферным воздухом и питьевой водой выявили превышение допустимых значений (ТН > 1) в отношении нарушений у детей со стороны центральной нервной (до 4,93 ТН) и эндокринной (до 1,13 ТН) систем. Результаты химико-аналитических исследований показали, что у детей, проживающих в условиях низкодозовой сочетанной комбинированной нагрузки, содержание в крови свинца, марганца, никеля, кадмия и хрома в 1,3–2,2 раза превышало показатели группы сравнения, а концентрация марганца, никеля и хрома была в 1,5–9,4 раз выше референтного уровня. Установлено, что при хронической многосредовой полиметалльной нагрузке в 1,2–1,6 раз увеличивается число детей с отклонениями в физическом развитии (дефицит массы тела до 16,5%). Установлена статистически достоверная прямая вероятностная причинно-следственная связь нарушений физического развития у детей с повышением содержания в крови марганца, никеля и хрома. Повышенное (в 1,3–9,4 раза относительно референтного уровня и группы сравнения) содержание свинца, марганца, никеля и хрома в биосредах детей оказывает негативное влияние на центральную и вегетативную нервную систему, нарушает белково-синтетические процессы в печени, формирует ранние сдвиги гипоталамо-гипофизарной регуляции с последующим нарушением показателей физического развития.*

**Ключевые слова:** дети; нарушения физического развития; эндокринная патология; питьевая вода; атмосферный воздух; свинец; никель; хром; марганец; кадмий.

**Для цитирования:** Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Вандышева А.Ю., Вековшинина С.А. Нарушения физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами на примере Пермского края. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 70-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-1-70-75>

Luzhetskiy K.P.<sup>1,2</sup>, Ustinova O.Yu.<sup>1,2</sup>, Vandysheva A.Yu.<sup>1</sup>, Vekovshinina S.A.<sup>1</sup>

#### THE DISORDERS OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN RESIDING IN THE CONDITIONS OF LOW-LEVEL CONTAMINATION OF THE ATMOSPHERIC AIR AND DRINKING WATER BY METALS (LEAD, MANGANESE, NICKEL, CHROME, CADMIUM) ON THE EXAMPLE OF PERM REGION

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614015, Russian Federation;

<sup>2</sup>Perm State National Research University, Perm, 614990, Russian Federation

*There was executed a clinical laboratory study of 183 children residing in the conditions of constant low-level impact of a complex of such consumed from atmospheric air and drinking water metals as lead, manganese, nickel, chrome, cadmium) and 46 children residing in the conditions of sanitary-hygienically wellbeing of the habitat. The evaluation of Total Hazard*

*Indices (THI) for conditions of chemical substances entering with atmospheric air and drinking water have revealed the excess of accepted values (THI > 1) regarding to disorders of the central nervous system in children (THI amounted for up to 4.93) and disorders of endocrine system (up to THI of 1.13). The results of chemical-analytical researches showed the blood content of lead, manganese, nickel, chrome, cadmium in children living in conditions of low-dose complex load to exceed the reference level by 1.3-2.2 times. In persistent multi-medium polymetallic load the number of children having physical development disorders was found to increase up to 1.2-1.6 times (body weight deficiency - up to 16.5%). There is determined a verified direct probabilistic relationship of cause and effect of physical development disorders in children with high blood content of manganese, nickel, and chrome. Exceeding content of lead, manganese, nickel, and chrome (1.3-9.4 times higher than the reference level and the comparative group) in bio-media of children makes a negative impact on the central and autonomous nervous system, creates disorders in protein-synthetic processes in liver, form early shifts of hypothalamo-hypophyseal regulation with further deterioration of physical development indices.*

**Key words:** children; physical development disorders; endocrine pathology; drinking water; atmospheric air lead; manganese; nickel; chrome; cadmium.

**For citation:** Luzhetskii K.P., Ustinova O.Yu., Vandysheva A.Yu., Vekovshina S.A. The disorders of physical development of children residing in the conditions of low-level contamination of the atmospheric air and drinking water by metals (lead, manganese, nickel, chrome, cadmium) on the example of the Perm region 1. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(1): 70-75. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-70-75>

**For correspondence:** Konstantin P. Luzhetskii, MD, PhD, Head of the Clinic of Occupational Pathology and Medicine of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614015, Russian Federation. E-mail: [nemo@fcrisk.ru](mailto:nemo@fcrisk.ru)

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 19.09.2016

Accepted: 07.11.2016

## Введение

Результаты научных исследований последнего десятилетия свидетельствуют, что показатели физического развития детей являются индикаторными маркерами состояния здоровья детского населения в отношении качества среды обитания [1–6]. По данным литературы и отчетов ВОЗ, нарушения физического развития у детей тесно коррелируют с показателями санитарно-гигиенического состояния среды обитания и уровнем экономического благополучия населения (распространенность дефицита массы тела и низкорослости от 4 до 7,9 раза выше в странах с низким уровнем социально-экономического развития) [7–10].

В условиях воздействия химических техногенных соединений дети в силу их анатомо-физиологических особенностей являются наиболее уязвимой группой по развитию экообусловленных заболеваний и нарушений физического развития [11–13]. Имеются многочисленные данные об изменениях в соматическом и нейроэндокринном статусе человека под влиянием химических соединений, превышающих гигиенические нормативы в среде обитания [14–17]. В качестве наиболее значимых химических факторов, загрязняющих среду обитания, выступают тяжелые металлы (свинец, марганец, никель, хром, кадмий, и др.), оказывающие негативное влияние на обменные процессы и костный метаболизм, формирование патологии нервной и эндокринной систем, вызывающие нарушения физического развития у детей [14–21].

В Концепции развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. указано на необходимость мер по снижению рисков для здоровья населения на основе предупреждения и устранения вредного воздействия на человеческий организм факторов среды обитания. Вместе с тем исследований, посвященных изучению многосредового низкоуровневого воздействия химических факторов среды обитания на показатели здоровья и состояние физического развития детей, недостаточно.

Цель исследования: изучить особенности нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий).

## Материал и методы

На примере Пермского края проведено исследование физического развития у 183 детей (97 мальчики и 86 девочки) в

**Для корреспонденции:** Лужецкий Константин Петрович, канд. мед. наук, зав. клиникой профпатологии и медицины труда, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: [nemo@fcrisk.ru](mailto:nemo@fcrisk.ru)

возрасте 4–12 лет ( $7,3 \pm 3,2$  года, группа наблюдения), проживающих в условиях длительного низкоуровневого воздействия металлов (свинец, марганец, никель, хром, кадмий), поступающих с атмосферным воздухом и питьевой водой. В группу сравнения вошли 46 детей (24 мальчика и 22 девочки,  $7,6 \pm 3,3$  года), проживающих на территории с отсутствием хронической полиметаллической нагрузки. Сравнимые группы были равноценны по йодному обеспечению ( $7,6 \pm 1,2$  мкг/мл – группа наблюдения;  $8,1 \pm 0,9$  мкг/мл – группа сравнения;  $p = 0,73$ ) и имели легкую степень тяжести йодного дефицита по медиане йодурии. Обе группы были сопоставимы по возрасту, гендерному и этническому составу, сопутствующей патологии, социально-экономическому уровню семьи. Качество и рацион питания обследованных детей соответствовали возрастным нормативам и не имели достоверных отличий. Из исследования были исключены дети, родители которых страдали наркоманией или алкоголизмом, дети из асоциальных семей, дети с наследственными заболеваниями (в том числе эндокринными), дети с органической патологией нервной системы (в том числе перинатальной), а также имеющие IV–V группу здоровья по соматической патологии.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и питьевой воды выполнена с учетом требований действующих нормативно-методических документов: СанПиН 2.1.6.1032–01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест», ГН 2.1.6.1338–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения (ЦХПВ). Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения», ГН 2.2.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Для гигиенической оценки использовались данные натурных наблюдений за качеством атмосферного воздуха, предоставленные Пермским ЦГМС – филиалом ФГБУ «Уральское УГМС», а также данные наблюдений за качеством питьевой воды, предоставленные Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю, и собственных натуральных исследований за период 2011–2014 гг.

Оценка риска здоровью населения, проживающего в условиях хронического воздействия малых концентраций свинца, марганца, никеля, хрома и кадмия, поступающих с атмосферным воздухом и питьевой водой, выполнена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920–04).

Измерение содержания марганца, никеля, свинца, хрома в пробах крови выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500<sub>cx</sub> («Agilent Technologies Inc.», США) в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.3161–14 и СТО М 12–2013.

Углубленное клинико-лабораторное и функциональное обследование включало: медико-социальное анкетирование, изучение качественного и количественного рациона питания; анализ амбулаторных карт развития (форма № 112/у) и результатов углубленного осмотра врачами-специалистами (педиатр, эндокринолог, невропатолог); оценку физического развития по стандартной методике [22]; исследование уровня кортизола, серотонина, норадреналина, инсулинового фактора роста (ИФР-1); анализ состояния тиреоидного гомеостаза (ТТГ, Т<sub>4</sub> свободный) и уровня микросомальных антител (АТ к тиреопероксидазе); определение цитолитической активности ферментных систем (АсАТ); исследование нейромедиаторного обмена (содержание глутамата и  $\gamma$ -аминомасляной кислоты в сыворотке крови); ультразвуковое сканирование щитовидной железы по стандартной методике на аппарате Toshiba Aplio XG (Япония) с использованием линейного мультиточечного датчика. Рентгенологическое исследование кистей с целью определения костного возраста проведено на рентгеновском аппарате ТМХР + (Франция) по стандартной методике (снимок в прямой проекции обеих кистей и лучезапястных суставов) с оценкой степени зрелости по таблице «Сроки окостенения скелета кисти и дистального отдела предплечья у детей и подростков», М.А. Жуковский, А.И. Бухман (1995).

Лабораторная диагностика выполнялась по стандартным методикам с помощью спектрофотометра ПЭ-5300в (Экохим, Россия), биохимического Konelab 20 (ThermoFisher, Финляндия) и иммуноферментного Infinite F50 (Tecan, Австрия) анализаторов.

Медико-биологические исследования проводили с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 / 1983 гг.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Анализ полученной информации осуществляли статистическими методами (Statistica 6.0) и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями MS-Office. Сравнение групп по количественным признакам проводили с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента; оценку зависимостей между признаками – методом корреляционно-регрессионного анализа для количественных переменных.

Математическое моделирование с расчетом приведенного индекса риска, позволяющее выполнять оценку эволюции накопления рисков действия факторов среды обитания на критические органы и системы организма, выполнено в соответствии с МР 2.1.10.0062–12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей». Вероятность нарушений здоровья при воздействии факторов среды обитания с учетом нарастания общего риска здоровью по мере увеличения продолжительности экспозиции оценивали по приведенному индексу риска.

## Результаты и обсуждение

Предварительная гигиеническая оценка территории исследования, выполненная по данным Пермского ЦГМС, показала, что содержание в атмосферном воздухе свинца составляло до 0,17 ПДКс.с. (до 0,000052 мг/м<sup>3</sup>), марганца – до 0,13 ПДКс.с. (до 0,000128 мг/м<sup>3</sup>), никеля – до 0,11 ПДКс.с. (до 0,000111 мг/м<sup>3</sup>), хрома – до 0,04 ПДКс.с. (VI) (до 0,000064 мг/м<sup>3</sup>) и кадмия – до 0,04 ПДКс.с. (до 0,000013 мг/м<sup>3</sup>), что соответствовало требованиям СанПиН 2.1.6.1032–01.

По данным собственных натурных наблюдений ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения», на территории исследования в атмосферном воздухе был обнаружен свинец в концентрации до 0,11 ПДКс.с. (0,000030 ± 0,000004 мг/м<sup>3</sup>), марганец – до 0,16 ПДКс.с. (0,00014 ± 0,00002 мг/м<sup>3</sup>), никель – до 0,04 ПДКс.с. (0,000035 ± 0,000005 мг/м<sup>3</sup>), хром – до 0,04 ПДКс.с. (0,000054 ± 0,000008 мг/м<sup>3</sup>) и кадмий – до 0,02 ПДКс.с. (0,0000032 ± 0,000002 мг/м<sup>3</sup>), что соответствовало гигиеническим нормативам. На территории сравнения выявлено содержание в атмосферном воздухе свинца в

концентрации менее 0,06 ПДКс.с. (менее 0,00002 мг/м<sup>3</sup>), марганца – менее 0,012 ПДКс.с. (менее 0,000012 мг/м<sup>3</sup>), никеля – менее 0,01 ПДКс.с. (менее 0,00001 мг/м<sup>3</sup>), хрома – менее 0,007 ПДКс.с. (менее 0,00001 мг/м<sup>3</sup>) и кадмия – менее 0,007 ПДКс.с. (менее 0,000002 мг/м<sup>3</sup>), что также соответствовало гигиеническим нормативам ( $p \leq 0,05$ ). При этом содержание в атмосферном воздухе территории исследования свинца в 1,5 раза, марганца в 11,7 раза, никеля в 3,5 раза, хрома в 5,4 раза и кадмия в 1,6 раза превышало концентрации этих металлов в воздухе территории сравнения.

Гигиеническая оценка качества питьевой воды исследуемой территории, выполненная по данным СГМ за 2011–2014 гг., предоставленная Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю, показала, что качество питьевой воды систем ЦХПВ исследуемой территории соответствовало требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01. Гигиенические нормативы содержания в питьевой воде свинца до 0,15 ПДК (в концентрации до 0,0015 мг/л), марганца – до 0,42 ПДК (до 0,042 мг/л), никеля – до 0,4 ПДК (до 0,008 мг/л), хрома – до 0,2 ПДК (до 0,01 мг/л) и кадмия – до 0,25 ПДК (до 0,00025 мг/л) во всех пробах не имели достоверных превышений.

По данным натурных наблюдений ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», на территории исследования в питьевой воде обнаружен свинец до 0,16 ПДК (концентрация до 0,0015 ± 0,0001 мг/л), никель – до 0,37 ПДК (до 0,0064 ± 0,0001 мг/л) и марганец – до 0,5 ПДК (до 0,05 ± 0,00025 мг/л), что соответствовало гигиеническим нормативам. На территории сравнения концентрация свинца в питьевой воде составляла менее 0,027 ПДК (менее 0,0002 ± 0,00007 мг/л), никеля – менее 0,15 ПДК (менее 0,002 ± 0,0001 мг/л) и марганца – менее 0,067 ПДК (менее 0,0057 ± 0,0001 мг/л) ( $p \leq 0,05$ ), что также соответствовало санитарным требованиям. При этом содержание в питьевой воде территории исследования свинца до 7,5 раза, никеля до 3,2 раза, марганца до 7,5 раза превышало концентрации на территории сравнения.

На основании проведенной оценки риска для здоровья детского населения территории исследования установлено, что при хроническом ингаляционном воздействии исследуемых металлов превышения допустимого значения коэффициента опасности (НҚ 1) наблюдалось для марганца до 2,56 НҚ и никеля до 2,22 НҚ. Для остальных металлов величины коэффициентов опасности не превышали допустимых уровней: свинец – до 0,10 НҚ, хром – до 0,64 НҚ, кадмий – до 0,65 НҚ. В результате оценки комплексного хронического ингаляционного воздействия металлов, загрязняющих атмосферный воздух территории исследования, установлены превышения допустимого значения индекса опасности (НІ 1) в отношении нарушений со стороны ЦНС (до 4,88 НІ) и эндокринной системы (до 1,07 НІ).

Результаты расчетов коэффициентов опасности в отношении металлов, поступающих пероральным путем с питьевой водой, показали отсутствие превышений допустимых значений (НҚ 1). Значение коэффициента опасности для свинца составляло 0,03 НҚ, для марганца – до 0,02 НҚ, никеля – до 0,03 НҚ, хрома – до 0,13 НҚ, кадмия – до 0,03 НҚ. Вместе с тем суммарные индексы опасности (ТНІ) для условий поступления химических веществ с атмосферным воздухом и питьевой водой выявили превышения допустимых значений (ТНІ > 1) в отношении нарушений у детей со стороны центральной нервной (до 4,93 ТНІ) и эндокринной (до 1,13 ТНІ) систем. Приоритетным путем поступления, вклад которого в формирование риска возникновения нарушений со стороны ЦНС и эндокринной системы составляет 98,9 и 94,7% соответственно, является атмосферный воздух.

В результате проведенных химико-аналитических исследований установлено, что у детей группы наблюдения содержание в крови свинца (0,037 ± 0,012 мг/дм<sup>3</sup>), марганца (0,013 ± 0,001 мг/дм<sup>3</sup>), никеля (0,0073 ± 0,0013 мг/дм<sup>3</sup>), кадмия (0,00027 ± 0,0001 мг/дм<sup>3</sup>) и хрома (0,0048 ± 0,0009 мг/дм<sup>3</sup>) в 1,3–2,2 раза превышало показатели группы сравнения ( $p = 0,0001–0,041$ ); кроме того концентрация марганца (в 1,5 раза), никеля (в 9,4 раза) и хрома (в 4 раза) превышала пределы референтных уровней ( $p = 0,001–0,003$ ) (табл. 1).

Оценка структуры нарушений физического развития выявила у 16,5% детей группы наблюдения дефицит массы тела, что в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения (7,2%,  $p = 0,05$ ) (табл. 2).

Относительный риск развития нарушения питания (дефицит массы) у детей группы наблюдения в 1,7 раза превышал показатель в группе сравнения (OR 1,7; DI 0,7–4,16;  $p < 0,05$ ).

Сопоставление данных с учетом возрастно-половой принадлежности выявило у детей группы наблюдения наклонность к «астенизации» физического развития и снижению индекса массы тела у девочек (14,6 против 15,1,  $p = 0,05$ ). В группе наблюдения выявлены более низкие показатели окружности грудной клетки в обеих гендерных группах ( $54,83 \pm 1,10$  см у мальчиков и  $53,26 \pm 1,04$  см у девочек, против  $58,34 \pm 2,68$  см и  $55,92 \pm 1,42$  см, соответственно,  $p = 0,014$ – $0,0013$ ) и уменьшения окружности головы у девочек ( $49,30 \pm 0,51$  см против  $50,86 \pm 0,89$  см;  $p = 0,019$ ) (табл. 3).

Относительный риск задержки физического развития у детей группы наблюдения в 4,7 раза превышал аналогичный показатель в группе сравнения (OR 4,71; DI 1,8–12,27;  $p < 0,05$ ).

При рентгенологическом исследовании у 44,5% детей группы наблюдения установлено достоверное отставание костного возраста от паспортного и снижение темпов окостенения относительно группы сравнения (17,8 и 27,8%;  $p = 0,03$ – $0,05$ ). Методом ультразвуковой денситометрии у 71,4% детей группы наблюдения выявлено снижение минеральной плотности костной ткани относительно возрастного норматива, в основном в виде остеопении (46,1% в группе сравнения;  $p = 0,05$ ). Выявленные в группе наблюдения изменения костного метаболизма диагностировались в 1,5–2,5 раза чаще, чем в группе сравнения, и могут быть обусловлены нарушением обменных процессов в условиях хронической многосредовой экспозиции металлами ( $p = 0,03$ – $0,05$ ) [4].

В группе наблюдения нарушения ультразвуковых характеристик щитовидной железы выявлены у 62,5% обследованных детей, что в 1,7 раза чаще, чем в группе сравнения ( $p = 0,001$ ). Изменения объема железы регистрировали в 2,1 раза чаще в группе наблюдения (52,5% против 25%;  $p = 0,05$ ), при этом, помимо увеличения объема у 32,5% детей ( $p = 0,05$ ), у 20% выявлено уменьшения объема органа и нарушения ультразвуковой структуры (наличие кистозно-расширенных фолликулов и мелкоочаговых образований), что было в 2–4 раза чаще, чем в группе сравнения (5%;  $p = 0,03$ – $0,05$ ).

У детей, проживающих в условиях хронического многосредового воздействия металлов, установлена вероятностная, статистически достоверная причинно-следственная связь нарушений физического развития (недостаточности питания E44.1, E46) с повышенным содержанием свинца ( $R^2 = 0,37$ ;  $F = 481,13$ ) и хрома ( $R^2 = 0,54$ ;  $F = 785,8$ ) в крови ( $p < 0,001$ ). У детей, с повышенным содержанием никеля ( $R^2 = 0,42$ ;  $F = 578,3$ ) и кадмия ( $R^2 = 0,78$ ;  $F = 1905,6$ ;  $p < 0,001$ ) в крови, увеличивалась вероятность развития низкорослости (E34.3).

В ходе лабораторного исследования 2/3 обследованных детей имели ранние сдвиги гипоталамо-гипофизарной регуляции обменных процессов. У 63–60% детей группы наблюдения выявлено повышение уровня норадреналина ( $394,2 \pm 41,9$  нг/см<sup>3</sup>) и серотонина ( $279,4 \pm 34,9$  нг/мл), что в 1,4–1,5 раза превышало показатели группы сравнения ( $p = 0,00$ – $0,042$ ). У 81% детей установлено понижение в 1,7 раза уровня кортизола ( $251,8 \pm 27,4$  нмоль/см<sup>3</sup>) относительно группы сравнения ( $439,1 \pm 48,9$  нмоль/дм<sup>3</sup>) ( $p = 0,01$ ).

Содержание ИФР-1 ( $107,6 \pm 22,4$  нг/мл) в крови детей группы наблюдения находилось в пределах нормативных значений, вместе с тем у 64,3% обследованных ИФР-1 был снижен в 1,2 раза относительно группы сравнения ( $129,8 \pm 11,8$  нг/мл;  $p = 0,029$ ).

У детей, проживающих в условиях низкоуровневой многосредовой экспозиции металлами, обнаружено по-

### Результаты химико-аналитического исследования содержания металлов в крови детей, мг/дм<sup>3</sup>

Хим. элемент	Референтный уровень	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p^1$	$p^2$
Свинец	0,004–0,047	$0,037 \pm 0,012$	$0,017 \pm 0,012$	<b>0,041</b>	0,68
Марганец	0,003–0,0084	<b><math>0,013 \pm 0,001</math></b>	$0,01 \pm 0,002$	<b>0,0083</b>	<b>0,003</b>
Никель	0,0003–0,00077	<b><math>0,0073 \pm 0,0013</math></b>	$0,0037 \pm 0,0015$	<b>0,0004</b>	<b>0,001</b>
Кадмий	0,00009–0,00054	$0,00027 \pm 0,00001$	$0,00017 \pm 0,00003$	<b>0,006</b>	0,08
Хром	0,0004–0,0012	<b><math>0,0048 \pm 0,0009</math></b>	$0,0035 \pm 0,0012$	<b>0,0001</b>	<b>0,002</b>

Примечание.  $p^1$  – достоверность различий с группой сравнения;  $p^2$  – достоверность различий с группой с референтным уровнем; Reference data (метод анализа ICP-MS, 1999–2001 г., ALS Skandinavia, AB©2014, www.alsglobal.se).

Таблица 2

### Структура нарушений физического развития у детей групп исследования, %

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p$
Дефицит массы (недостаток массы относительно возраста)	<b>16,5</b>	7,5	<b>0,05</b>
Избыток массы (избыток массы относительно возраста)	8,8	7,5	0,8
Высокорослость	12,2	10,5	0,6
Низкорослость	8,5	5,2	0,5

Примечание. Здесь и в табл. 3:  $p$  – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

ниженное тиреоидное обеспечение и повышение активности цитолитического процесса в печени. У 32,4% детей группы наблюдения выявлено повышение АсАТ ( $42,4 \pm 6,8$  Е/дм<sup>3</sup>), что в 1,2 раза выше группы сравнения –  $34,2 \pm 4,9$  ( $p = 0,047$ ). Содержание ТТГ и гормонов щитовидной железы находилось в пределах референтного уровня, при этом у 67,6% детей выявлен сниженный в 1,2 раза уровень Т<sub>4</sub> свободного ( $15,6 \pm 0,8$  пкмоль/л), у 48,6% – повышенный в 1,5 раза ТТГ ( $1,8 \pm 0,3$  нг/см<sup>3</sup>), у 62,2% – повышенный в 2,7 раза уровень антител к ТПО ( $2,7 \pm 0,5$  МЕ/см<sup>3</sup>) относительно группы сравнения ( $18,8 \pm 1,3$  пкмоль/л,  $1,2 \pm 0,4$  нг/см<sup>3</sup> и  $1,1 \pm 0,4$  МЕ/см<sup>3</sup> соответственно;  $p = 0,01$ – $0,05$ ).

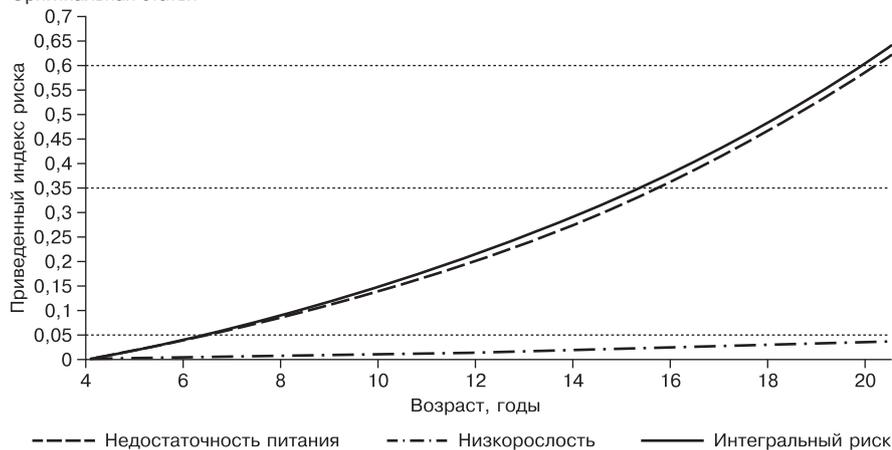
На дисрегуляцию нейромедиаторного обмена указывает тот факт, что в 35,5% проб детей группы наблюдения увеличено содержание в сыворотке крови возбуждающей аминокислоты глутамата ( $126,32 \pm 7,01$  мкмоль/дм<sup>3</sup>), у 22,2% снижено уровня тормозного нейромедиатора  $\gamma$ -аминомасляной кислоты ( $0,155 \pm 0,042$  мкмоль/дм<sup>3</sup>), при отсутствии таковых изменений в пробах детей группы сравнения ( $p = 0,011$ – $0,048$ ).

У детей группы наблюдения установлена вероятностная статистически достоверная причинно-следственная связь отклонений нейроэндокринных показателей от нормативных значений с уровнем металлов в крови. Вероятность повышения уровня ТТГ

Таблица 3

### Показатели физического развития у обследованных детей

Показатель	Мальчики			Девочки		
	группа наблюдения	группа сравнения	$p$	группа наблюдения	группа сравнения	$p$
Длина тела, см	$117,2 \pm 2,76$	$117,8 \pm 3,42$	0,46	$116,3 \pm 2,50$	$115,2 \pm 2,89$	0,74
Масса тела, кг	$21,02 \pm 1,35$	$23,22 \pm 3,11$	0,24	$19,74 \pm 1,25$	$21,05 \pm 1,62$	0,21
Окружность грудной клетки, см	$54,83 \pm 1,10$	$58,34 \pm 2,68$	0,014	$53,26 \pm 1,04$	$55,92 \pm 1,42$	0,001
Окружность головы, см	$50,73 \pm 0,51$	$51,45 \pm 0,81$	0,12	$49,30 \pm 0,51$	$50,86 \pm 0,89$	0,019
Индекс массы тела	$15,2 \pm 0,37$	$15,6 \pm 1,07$	0,31	$14,6 \pm 0,34$	$15,1 \pm 0,54$	0,05



Динамика приведенного индекса риска формирования нарушений физического развития у детей, в условиях многосредовой экспозиции металлами (свинец, хром, кадмий, никель).

( $R^2 = 0,16-0,34$ ;  $38,7 \leq F \leq 183,8$ ,  $p = 0,001$ ) и снижения  $T_4$  свободного ( $R^2 = 0,18-0,79$ ;  $63,8 \leq F \leq 450,1$ ,  $p = 0,000$ ) возрастала при повышении содержания марганца и никеля в крови. Вероятность понижения ИФР-1 в сыворотке увеличивалась при повышении в крови концентрации марганца ( $R^2 0,42$ ;  $F 115,6$ ,  $p = 0,001$ ). Вероятность повышения серотонина в сыворотке и снижения кортизола ( $R^2 0,15-0,93$ ;  $64,2 \leq F \leq 4973,3$ ,  $p = 0,001$ ) возрастала при повышении в крови концентрации никеля и марганца.

Результаты моделирования эволюции риска здоровью при долговременной многосредовой низкоуровневой экспозиции металлов (марганец, хром, никель) позволили спрогнозировать дополнительный риск формирования нарушений физического развития (недостаточность питания – E44.1, E46 и низкорослость – E34.3) у экспонированного детского населения (см. рисунок).

В условиях многосредовой экспозиции марганца, хрома и никеля интегральный показатель приведенного индекса (R) превышал верхнюю границу пренебрежимо малого уровня риска (0,05) для формирования нарушений физического развития (недостаточность питания, МКБ: E44.1, E46) у детского населения в возрасте 6 лет, высокого риска (0,35) – в 16 лет и очень высокого (0,6) – в 19 лет. Основной вклад в интегральный показатель приведенного индекса риска представлен негативным воздействием свинца и хрома на формирование недостаточности питания (МКБ: E44.1, E46).

На основании данных математического моделирования и результатов клинко-функционального, инструментального и лабораторного обследования были сформулированы основные звенья патогенеза формирования нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях многосредовой низкоуровневой экспозиции металлами.

Повышенное содержание марганца и никеля в биосредах детей оказывает негативное влияние на ЦНС, проявляясь через механизмы вегетативной регуляции дисрегуляцией нейромедиаторного обмена (повышением уровня глутамата, снижением  $\gamma$ -аминомасляной кислоты), нарушением моторики гастродуоденальной зоны, угнетением всасывания основных пищевых компонентов (МКБ: E44.1, E46). Развитие хроминдуцированных дистрофических процессов в гепатоцитах с активацией цитолиза (повышение АсАТ) является причиной снижения активности белково-синтетических процессов в печени, в том числе синтеза белков из семейства инсулиноподобных факторов роста (снижение ИФР-1), отвечающих за эндокринную, аутокринную и паракринную регуляцию процессов роста.

Хроническое церебротоксическое действие повышенных концентраций марганца формирует нарушение гипоталамо-гипофизарной регуляции обменных процессов (повышение ТТГ, норадреналина, серотонина) и снижение уровня тиреоидной обеспеченности (снижение  $T_4$  свободного, нарушения объема и структуры щитовидной железы) и, как следствие, формирование нарушений физического развития (резкая дисгармоничность, «астенизация», недостаточность питания – E44.1, E46).

## Заключение

В условиях хронической низкоуровневой экспозиции металлов (свинец, марганец, никель, хром, кадмий), поступающих с атмосферным воздухом и питьевой водой в концентрациях ниже ПДК:

- суммарные индексы опасности превышали допустимые значения (ТНІ > 1) для нервной (до 4,93 ТНІ) и эндокринной (до 1,13 ТНІ) систем;
- среднее содержание в крови детей марганца, никеля и хрома в 1,5–9,4 раза превышало референтные уровни ( $p < 0,05$ ) и в 1,3–2,2 раза – показатели группы сравнения;
- у детей с повышенным содержанием в крови химических веществ техногенного происхождения в 1,2–1,6 раза чаще регистрировались нарушения физического развития, выявлялась тенденция к «астенизации»;
- повышенное содержание марганца, никеля и хрома в биосредах детей оказывает негативное влияние на центральную и вегетативную нервную систему, нарушает белково-синтетические процессы в печени, формирует ранние сдвиги гипоталамо-гипофизарной регуляции с последующим нарушением показателей физического развития.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература (пп. 9–10 см. References)

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Скоблина Н.А. *Физическое развитие детей и подростков на рубеже десятилетий*. М.; 2008.
2. Баранов А.А., Ильин А.Г. Основные тенденции динамики состояния здоровья детей в Российской Федерации. Пути решения проблем. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2011; (6): 12–8.
3. Григорьев Ю.И., Ершов А.В., Силин И.И. Качество воздушной среды и заболеваемость детей. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(4): 28–31.
4. Руденко Н.Н., Мельникова И.Ю. Актуальность оценки физического развития детей. *Практическая медицина*. 2009; (39): 31–4.
5. Скоблина Н.А. *Научно-методическое обоснование оценки физического развития детей в системе медицинской профилактики*: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М.; 2008.
6. Баранова А.А., Щеплягина Л.А. *Физиология роста и развития детей и подростков (теория и клинические вопросы): практическое руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006.
7. Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Современные проблемы оценки физического развития детей в системе медицинской профилактики. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2009; (5): 19–21.
8. Статистические материалы «Заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2014 году». М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации; 2015.
11. Бухарова Е.М. Влияние факторов городской среды на физическое развитие и состояние здоровья детей. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011; (5): 18.
12. 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.
13. Лужецкий К.П., Корюкина И.П., Уститнова О.Ю., Бурдина Л.В., Штина И.Е. Особенности клинко-лабораторного статуса у детей с йоддефицитными заболеваниями, проживающих в условиях комбинированного воздействия природно-техногенных факторов. *Фундаментальные исследования*. 2010; (2): 65–7.
14. Аксенова О.И., Волкова И.Ф., Корниенко А.П., Ли В.Г. Экологические обусловленные заболевания у населения Москвы, связанные с антропогенной нагрузкой. *Гигиена и санитария*. 2001; 80(5): 82–4.
15. Зайцева Н.В., Савельев И.К., Портнов А.К., Суегина Г.Н. Влияние полиметаллических загрязнений объектов окружающей среды на изменение микроэлементного состава биосред у детей. *Гигиена и санитария*. 2004; 83(4): 11–5.
16. Ланин Д.В. Анализ корреляции иммунной и нейроэндокринной систем в условиях воздействия факторов риска. *Анализ риска здоровью*. 2013; (1): 73–81.
17. Лопатина О.В. Тенденции физического и полового развития детей старшего школьного возраста, проживающих в крупном промышленном городе. В кн.: Тезисы докладов Первой Всероссийской научно-практической конференции. Челябинск; 2000: 55–6.
18. Гильденскиольд 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.

19. 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.
20. 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.
21. Устинова О.Ю., Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Землянова М.А., Долгих О.В., Уланова Т.С. Патогенетические закономерности каскадного механизма развития хронических гастродуоденальных заболеваний у детей, обусловленных потреблением питьевой воды ненадлежащего качества по содержанию продуктов гиперхлорирования и марганца. *Анализ риска здоровью*. 2014; (3): 61–70.
22. Баранов А.А., Кучма В.Р., ред. *Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге*. М.; 1999.
- Global Database on Iodine Deficiency. Iodine Status Worldwide. Geneva: WHO; 2004.
21. Bukharova E.M. Influence of urban factors on the physical development and health of children. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2011; (5): 18. (in Russian)
22. Korochkina Yu.V., Perekusikhin M.V., Vasil'ev V.V., Panteleev G.V. Hygienic environmental assessment and health of children in Penza. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (3): 33–9. (in Russian)
23. Luzhetskiiy K.P., Koryukina I.P., Ustintova O.Yu., Burdina L.V., Shtina I.E. Peculiarities of clinic-laboratory status of children with iodine deficiency disorders residing in the conditions of combined impact of natural and technogenic factors. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2010; (2): 65–7. (in Russian)
24. Aksenova O.I., Volkova I.F., Kornienko A.P., Li V.G. Ecologically conditioned health disorders of the citizens of Moscow due to anthropogenic load. *Gigiena i sanitariya*. 2001; 80(5): 82–4. (in Russian)
25. 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)
26. 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)
27. Lopatina O.V. Trends of physical and sexual development of children of the higher school age residing in a large industrial city. In: *Abstracts of the First All-Russian Scientific-Practical Conference [Tezisy dokladov Pervoy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Chelyabinsk; 2000: 55-6. (in Russian)
28. 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)
29. 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)
30. 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)
31. Ustinova O.Yu., Luzhetskiiy K.P., Maklakova O.A., Zemlyanova M.A., Dolgikh O.V., Ulanova T.S. Pathogenic patterns in cascade mechanism of gastroduodenitis diseases' progress in children associated with drinking low quality water due to hyperchlorination and manganese content. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; (3): 61–70. (in Russian)
32. Baranov A.A., Kuchma V.R., eds. *Research Methods of Physical Development of Children and Adolescents in Population Monitoring [Metody issledovaniya fizicheskogo razvitiya detey i podrostkov v populyatsionnom monitoringe]*. Moscow; 1999. (in Russian)

## References

1. Baranov A.A., Kuchma V.R., Skoblina N.A. *Physical Development of Children and Teenagers at the Edge of Decades [Fizicheskoe razvitiye detey i podrostkov na rubezhe desyatiletiiy]*. Moscow; 2008. (in Russian)
2. Baranov A.A., P'in A.G. Main trends in children's health dynamics in the Russian Federation. Search for problem solutions. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2011; (6): 12–8. (in Russian)
3. 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)
4. Rudenko N.N., Mel'nikova I.Yu. Urgency of the estimation of physical development of children. *Prakticheskaya meditsina*. 2009; (39): 31–4. (in Russian)
5. Skoblina N.A. *Scientific and methodical objectivation of the evaluation of physical development of children in the system of medical preventive measures*: Diss. Moscow; 2008. (in Russian)
6. Baranov A.A., Shecheplyagina L.A. *Physiology of Growth and Development of Children and Teenagers (Theoretical and Clinical Issues): Practical Guidelines [Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoriya i klinicheskie voprosy): prakticheskoe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (in Russian)
7. Kuchma V.R., Skoblina N.A. Modern problems of evaluation of the physical development of children in medical prevention system. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2009; (5): 19–21. (in Russian)
8. Statistical materials «Russian incidence of child population (0–14 years) in 2014». Moscow: The Ministry of Health of the Russian Federation; 2015. (in Russian)
9. World Health Statistics 2015. Available at: [http://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/EN\\_WHS2015\\_TOC.pdf](http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2015_TOC.pdf)
10. de Benoist B., Andersson M., Egli I., Takkouche B., Allen H., eds. WHO

Поступила 19.09.16  
Принята к печати 07.11.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.72:616.2+616.839]-053.2:312.6

Маклакова О.А.<sup>1,2</sup>, Устинова О.Ю.<sup>1,2</sup>, Алексеева А.В.<sup>1</sup>

## ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОГО АЭРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

Для оценки динамики нарушений дыхательной и вегетативной нервной систем у детей, проживающих в условиях комбинированного аэрогенного воздействия химических факторов среды обитания, проведено шестилетнее когортное исследование 65 детей. Группа наблюдения включала 45 детей 4–6-летнего возраста, проживающих в условиях повышенного загрязнения атмосферного воздуха комплексом химических веществ техногенного происхождения (среднегодовые концентрации взвешенных частиц составляли 1,1–1,3 ПДКс.с., фенола – 1,3–2,3 ПДКс.с., формальдегида – 1,4–3,0 ПДКс.с.). В группу сравнения вошли 20 дошкольников с территории санитарно-гигиенического благополучия. Контрольные обследования проведены в возрасте 7–10 и 11–14 лет. Обследование включало медико-социальное анкетирование, анализ амбулаторных карт развития, врачебный осмотр и функциональные исследования дыхательной, сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем. В начале наблюдения у детей дошкольного возраста частота встречаемости аллергической патологии верхних дыхательных путей и хронических лимфо-пролиферативных процессов носоглотки не имела достоверных различий в группах. Установлено, что в условиях воздействия данных химических веществ у детей к 7–10 годам распространенность аллергического ринита и вегетативных нарушений увеличивается в 1,2–1,9 раза, а риск заболеваемости бронхиальной астмой возрастает более чем в 2 раза; к 11–14 годам риск развития аллергического ринита дополнительно возрастает в 1,4 раза на фоне снижения вероятности формирования хронических