

УСЛОВИЯ ПРОЖИВАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ СБОРНО-КАРКАСНЫХ ДОМОВ МИКРОРАЙОНА УСОЛЬСКИЙ-2 (Г. БЕРЕЗНИКИ, ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

¹ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614015, Пермь;

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, 614000, Пермь

Представлены результаты инструментальных исследований воздуха 77 жилых помещений сборно-каркасных домов в микрорайоне Усольский-2 Пермского края. При строительстве домов были использованы материалы, выделяющие в окружающую среду формальдегид, фенол и прочие химические примеси. Показано, что в 90% помещений концентрацию формальдегида систематически регистрировали на уровнях в 1,5–10 раз выше установленного гигиенического норматива (ПДКс.с. = 0,01 мг/м³). Выявленные концентрации формируют риск для здоровья жителей, который оценивается как неприемлемый: пожизненный канцерогенный риск составил порядка $2,8 \cdot 10^{-4}$, неканцерогенный риск в отношении функций органов дыхания – на уровне до 8,7НД. Углубленными исследованиями состояния здоровья жителей установлено, что у взрослого населения, проживающего в исследованных помещениях в течение 1,5–3 лет, уровень распространенности болезней органов дыхания достоверно выше соответствующего значения территории сравнения. У детского населения достоверных статистических различий между группами выявлено не было. В крови жителей исследованных домов содержание формальдегида было в 3–7 раз выше, чем в группе сравнения. Выявлены негативные донозологические изменения ряда лабораторных показателей, в том числе свидетельствующие об общей и специфической сенсибилизации к формальдегиду, о риске развития пролиферативных процессов. Предложены рекомендации по организации первичной и вторичной профилактики потенциальных нарушений здоровья у жителей микрорайона.

Ключевые слова: строительные отделочные материалы; формальдегид; воздух закрытых помещений; риск для здоровья; нарушения здоровья.

Для цитирования: Никифорова Н.В., Май И.В., Евдошенко В.С., Лужецкий К.П., Отавина Е.А. Условия проживания и состояние здоровья жителей сборно-каркасных домов микрорайона Усольский-2 (г. Березники, Пермский край). *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 40–44. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-40-44>

Nikiforova N.V.¹, May I.V.¹, Evdoshenko V.S.², Luzhetsky K.P.¹, Otavina E.A.¹

ON THE EVALUATION OF LIVING CONDITIONS AND HEALTH STATUS OF RESIDENTS IN PRECAST FRAMED HOUSES OF THE MICRO-DISTRICT USOLSKY-2 (THE CITY OF BEREZNIKI, THE PERM REGION)

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

²Administration of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Perm region, Perm, 614015, Russian Federation

There are given results of instrumental studies of the air of 77 living rooms of precast framed houses of the micro-district Usolsky, the Perm region, Russia. There were used materials emitting formaldehyde, phenol and other chemical impurities into the environment. In 90% of rooms levels of formaldehyde were shown to be systematically registered as by 1.5–10 times exceeding the hygienic average daily standard (0.01 mg/m³). Revealed concentrations create health risks to residents, which can be evaluated as unacceptable: lifelong cancerogenic risk made up about $2.8 \cdot 10^{-4}$, non-cancerogenic risk for respiratory organs disorders accounted of 8.7HI. Profound studies of residents' health showed the increased level of respiratory diseases in adults living for 1.5–3.0 years in observed houses. The group of the exposed people of the micro-district Usolsky was characterized by significantly higher consistent blood level of formaldehyde (3–7 times higher than in the comparison e group), and the presence of negative prenosological changes of several laboratory indices, including some of indices which testify both to general and specific sensitization to formaldehyde and the risk of the development of proliferative processes. There are given suggestions concerning the guidelines to arrange primary and secondary preventive measures against potential health disorders of the residents of the micro-district.

Key words: construction finishing materials; formaldehyde; indoors air; health risk; health disorders

For citation: Nikiforova N.V., May I.V., Evdoshenko V.S., Luzhetsky K.P. On the evaluation of living conditions and health status of residents in precast framed houses of the micro-district Usolsky-2 (the city of Berezniki, the Perm region). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(1): 40–44. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-40-44>

For correspondence: Nadezhda V. Nikiforova, MD, Junior researcher, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614015, Russian Federation. E-mail: kriulina@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

Для корреспонденции: Никифорова Надежда Викторовна, мл. науч. сотр. лаб. методов оценки соответствия и защиты прав потребителей, ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614015, Пермь. E-mail: kriulina@fcrisk.ru

Введение

Проблемы загрязнения внутренней среды помещений в результате применения строительных и отделочных материалов, выделяющих при эксплуатации вредные химические примеси в воздух и воду, изучаются довольно широко [1–7]. В ряде работ [1–4] показано, что в воздух помещения опасные вещества выделяются с поверхности самоклеящейся пленки, строительной замазки, полимерных материалов, древесноволокнистых и древесностружечных панелей. Источниками многокомпонентного загрязнения воздуха вследствие миграции примесей являются материалы композиционные и синтетические [5, 6]. При этом требования технических регламентов по содержанию и миграции опасных примесей из строительных материалов соблюдают далеко не все отечественные производители [5, 7, 8]. Наибольшее внимание исследователей привлекают процессы миграции из материалов в воздух помещений формальдегида и фенола и связанных с ними нарушений здоровья граждан. Считают, что при загрязнении воздушной среды учебных помещений основной вклад в формирование величины суммарного и канцерогенного и неканцерогенного риска для учащихся вносит формальдегид [9].

Формальдегид является химическим веществом, способным оказывать и канцерогенное, и неканцерогенное воздействие на экспонированных лиц [10–14], показано его влияние на показатели клеточного иммунитета и процессы цитолиза [15–17].

Вместе с тем сохраняют актуальность вопросы реализации рисков для здоровья граждан при разных сценариях воздействия загрязненной среды внутренних помещений, а также аспекты срочности и глубины профилактических и/или реабилитационных мероприятий для лиц, постоянно проживающих под этим воздействием.

Цель исследования состояла в гигиенической оценке состояния внутренней среды жилых помещений сборно-каркасных строений в части содержания химических примесей, мигрирующих из строительных и отделочных материалов, и выявлении наличия или отсутствия нарушений здоровья, ассоциированных с выявленными факторами риска.

Материал и методы

В качестве объекта исследования выступали жилые помещения строений микрорайона Усольский-2 Правобережного района г. Березники Пермского края и граждане всех возрастов, проживающие в этих домах на протяжении 1–3 лет. Строительство микрорайона началось в 2007 г., после образования провала земляного полотна в зоне расположения Березниковского калийного рудоуправления № 1. Для расселения жителей из опасной зоны провала было выстроено 89 сборно-каркасных домов, в том числе 21 дом по проектной документации ОАО «СКДМ», г. Вологда, 24 дома – по проекту ООО «РНР проект»; 18 – по проекту ООО «Предприятие «Кедр» и 26 – по проекту ООО «Переславльстройпроект». При постройке всех домов были использованы готовые термоструктурные панели и перекрытия-балки промышленного производства, готовые оконные конструкции, выполненные в условиях завода. Проекты отличались между собой планировкой зданий, конструктивными особенностями, технологиями сборки и применяемыми материалами. Однако использование фенол- и формальдегидсодержащих строительных и отделочных материалов (теплоизолирующей минеральной ваты, древесно-волоконных и древесно-стружечных плит, фанеры, линолеума и пр.) было предусмотрено всеми проектами. На момент исследования было заселено 18 домов, в которых проживали более 180 человек.

Отборы проб воздуха выполняли силами лабораторно-испытательных центров ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Используемый метод – высокоэффективная жидкостная хроматография по прописи МУК 4.1.1045-01 «ВЭЖХ определение формальдегида и предельных альдегидов (С2–С10) в воздухе». Отбор и анализ проб воздуха проводили в заселенных домах непосредственно в жилых помещениях (спальных, гостиных) в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01–86 и МУК 4.1.1045–01. В течение суток осуществляли отбор 4 проб для определе-

ния разовой концентрации. Среднесуточную концентрацию рассчитывали как среднее арифметическое значений разовых концентраций, отобранных в течение одних суток. В течение 9 мес (март–ноябрь) отобрано 808 разовых проб (444 – в теплое время года в течение июня–августа, 366 в холодное время года – март–май, октябрь–ноябрь), выполнено 2048 определений формальдегида, фенола, этилбензола и стирола. Оценку риска выполняли по стандартной процедуре [18].

Медико-биологические исследования выполняли специалисты ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Клинико-функциональное и лабораторное обследование прошли 93 человека (69 взрослых и 24 ребенка). Прошедшие клинико-диагностическое обследование, дети относились к возрастной группе от 1 года до 17 лет, взрослые от 18 до 83 лет и проживали на исследуемой территории от 1 года до 3 лет. Для получения сравнительных характеристик была сформирована адекватная по половозрастному составу группа из лиц, проживающих в пос. Усть-Качка Пермского края в каменных многоквартирных домах с минимальным уровнем загрязняющих веществ в воздухе внутренних помещений. Все исследования были проведены в соответствии с требованиями медицинской этики при получении информированного согласия пациентов или их родителей.

Программа клинико-диагностического обследования детей и взрослого населения м/р Усольский-2 и групп сравнения была сформирована исходя из токсикологических профилей потенциально опасных загрязнителей среды обитания, была идентичной для обеих групп и включала: углубленный врачебный осмотр, лабораторное обследование, оценку функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем и морфометрию органов желудочно-кишечного тракта. Кроме того, были выполнены химико-аналитические исследования содержания химических примесей в крови пациентов как маркеров экспозиции для формирования доказательной базы негативного воздействия примесей на организм (110 определений).

Результаты и обсуждение

Инструментальные исследования показали, что уровни фенола, стирола и этилбензола в воздухе жилых помещений исследованных сборно-каркасных домов м/р Усольский-2 находились в допустимых пределах (от 0,1 до 1 ПДКм.р. и 0,3 до 1 ПДКс.с.), тогда как уровни формальдегида систематически превышали гигиенические нормативы (ПДКм.р. = 0,05 мг/м³; ПДКс.с. = 0,01 мг/м³). Пример результатов измерений формальдегида в ряде жилых помещений домов м/р Усольский-2 приведен в табл. 1. Установлено, что из исследованных 77 жилых помещений в 70 (91%) были отмечены превышения допустимых среднесуточных концентраций формальдегида. Средняя для сборных каркасных домов суточная концентрация за исследуемый период составила $0,023 \pm 0,0042$ мг/м³ ($2,3 \pm 0,4$ ПДКс.с.), минимальная – 0,52 ПДК; максимальная (14,3 ПДКс.с.). В жилых помещениях группы сравнения уровень формальдегида составлял $0,84 \pm 0,11$ ПДКс.с.

Максимальные разовые концентрации превышали гигиенические нормативы в 14% случаев, достигая уровня 4 ПДК. Достоверных различий в уровнях формальдегида в помещениях в утренние, вечерние и ночные часы не установлено. Концентрации формальдегида в теплое время года (июнь–август) были достоверно выше, чем в холодный период (март–май, сентябрь–ноябрь), составив соответственно $0,028 \pm 0,0033$ ($2,8 \pm 0,4$ ПДКс.с.) и $0,016 \pm 0,003$ ($1,6 \pm 0,3$ ПДКс.с.).

Анализ атмосферного воздуха в м/р Усольский-2 в эти же временные периоды года не выявил превышений гигиенических нормативов.

Таким образом, жители сборных домов находятся под длительным систематическим хроническим воздействием, которое определяется повышенным уровнем содержания формальдегида в воздухе помещений.

Оценка рисков для здоровья позволила установить, что присутствие формальдегида в среде обитания в установленных концентрациях формирует для населения риск негативного воздействия на органы дыхания и зрения и иммунную систему. Наиболее выраженный через индекс опасности риск составляет 8,7 для органов дыхания, что можно характеризовать как риск

Таблица 1

Выборочные результаты анализа воздуха внутри помещений м/р Усольский-2

Место отбора, улица, квартира	Среднесуточная концентрация		Разовые концентрации		
	мг/м ³	Доли ПДК _{сс}	Максимальная, мг/м ³	Доли ПДК _{мр}	95% перцентиль Доли ПДК
Ул. Прикамская, 10-2	0,0137 ± 0,0027	1,37	0,138	2,76	2,41
Ул. Прикамская, 4-4	0,03513 ± 0,011	3,51	0,075	1,50	1,22
Ул. Строителей, 26-3	0,0398 ± 0,0044	3,98	0,065	1,30	1,27
Ул. Ростовская, 44-1	0,1079 ± 0,0216	10,79	0,095	1,90	1,83
Ул. Строителей, 18-4	0,0470 ± 0,0080	4,70	0,077	1,54	1,32
Ул. Строителей, 22-1	0,0303 ± 0,0032	3,03	0,061	1,22	1,11
Ул. Строителей, 22-2	0,0263 ± 0,0020	2,60	0,063	1,26	1,04
Ул. Строителей, 23-4	0,0402 ± 0,0080	4,02	0,066	1,32	1,24
Ул. Строителей, 24-1	0,0343 ± 0,0032	3,43	0,063	1,26	1,15
Ул. Строителей, 24-3	0,0318 ± 0,0032	3,18	0,045	0,90	0,81
Ул. Строителей, 32-4	0,1099 ± 0,0012	11,00	0,200	4,00	3,86
Ул. Дошенникова, 15-2	0,021 ± 0,00430	2,10	0,025	0,50	0,42
Ул. Дошенникова, 17-1	0,0221 ± 0,0064	3,18	0,033	0,66	0,60
Ул. Дошенникова, 17-2	0,0312 ± 0,0156	3,12	0,070	1,40	1,34
Ул. Дошенникова, 17-3	0,0360 ± 0,0168	3,60	0,110	2,20	2,18
Ул. Дошенникова, 17-4	0,0223 ± 0,0168	2,23	0,036	0,72	0,70
Ул. Дошенникова, 19-1	0,0364 ± 0,0039	3,64	0,066	1,32	1,20
Ул. Дошенникова, 19-2	0,0141 ± 0,0160	1,41	0,030	0,60	0,52
Ул. Дошенникова, 19-4	0,0176 ± 0,0160	1,76	0,035	0,70	0,67
Ул. Дошенникова, 21-1	0,0141 ± 0,0160	1,41	0,021	0,42	0,37
Ул. Дошенникова, 23-2	0,0317 ± 0,0160	3,17	0,051	1,02	0,98
Ул. Дошенникова, 23-3	0,0248 ± 0,0160	2,48	0,040	0,80	0,77
Ул. Дошенникова, 23-4	0,0310 ± 0,0020	3,10	0,066	1,32	1,24
Ул. Дошенникова, 27-3	0,0270 ± 0,0021	2,71	0,038	0,76	0,71

высокий. Индексы опасности для иммунной системы составили: пожизненный канцерогенный риск для детей – $8,6 \cdot 10^{-4}$, для взрослых – $2,8 \cdot 10^{-4}$, что в обоих случаях превышает приемлемый для населения уровень ($1 \cdot 10^{-4}$). Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий – планирование мероприятий по снижению рисков в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории.

Анализ данных углубленной оценки состояния здоровья населения, постоянно проживающего в м/р Усольский-2, показал, что распространенность болезней органов дыхания взрослого населения превышает таковую в группе сравнения в 5,5 раза ($p = 0,01$); у детского населения достоверных статистических различий между группами выявлено не было. Однако у 83,3% обследованных детей м/р Усольский-2 выявлены острые и хронические воспалительные заболевания рото- и носоглотки (острый назо-, рино-фарингит, хронический тонзиллит – J00, J31.1, J35.0), в том числе протекающих с гипертрофией лимфоидной ткани (гипертрофия небных миндалин, аденоидов – J35.1, J35.3), что согласуется с негативными эффектами воздействия формаль-

Таблица 2

Результаты химического анализа формальдегида в крови детского населения м/р Усольский-2 и группы сравнения

Концентрация в крови (мг/дм ³)	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Дети и подростки (4–18 лет)	0,0127 ± 0,0026	0,0041 ± 0,0004	< 0,05
Взрослые (старше 18 лет)	0,0136 ± 0,0034	0,0019 ± 0,0011	< 0,05

дегида. Функции внешнего дыхания у детского населения группы наблюдения значимых отклонений от физиологической нормы не имели; средние показатели форсированной жизненной емкости легких составляли – $108,85 \pm 15,25\%$ от должных половозрастных уровней. У взрослых м/р Усольский-2 также не было выявлено рестриктивных и обструктивных нарушений, средние нормативные показатели объемных скоростей находились в пределах физиологических половозрастных значений.

Болезни кожи и подкожной клетчатки в целом у детского и взрослого населения достоверных отличий от показателей групп сравнения не имели. При этом у детей м/р Усольский-2 в 1,5 раза чаще, чем в группе сравнения, диагностированы заболевания кожи и подкожной клетчатки (37,5%). У 15,2% взрослых в группе наблюдения отмечены заболевания кожи аллергического генеза (атопический дерматит (L20.8)), в то время как в группе сравнения они не были диагностированы ни в одном случае ($p < 0,05$).

В отношении болезней глаза у детского и взрослого населения достоверных отличий от групп сравнения не выявлено.

Для изучения дозозависимости проявлений негативного воздействия формальдегида были оценены уровни формальдегида в крови и адекватные биохимические, иммунные и цитогенетические лабораторные изменения [11]. Установлено, что в крови детей и взрослых экспонированных лиц м/р Усольский-2 фиксируются более высокие уровни формальдегида в биологических средах, чем в группе сравнения. При этом содержание формальдегида в крови детей из м/р Усольский-2 было в 3 раза выше, чем в группе сравнения; в крови взрослых – более чем в 7 раз (табл. 2).

Анализ результатов исследования биохимических, гематологических, цитогенетических показателей детей и взрослых, проживающих в жилых домах сборно-каркасной конструкции м/р Усольский-2, в сравнении с возрастными физиологическими уровнями и группой сравнения позволил выделить отклонения лабораторных показателей, которые по характеру ответа могут быть ассоциированы с загрязнением воздуха помещений формальдегидом (табл. 3, 4).

Установлены признаки неспецифической сенсibilизации организма у детей и взрослых по уровню относительного содержания эозинофилов ($p < 0,05$), эозинофильно-лимфоцитарного индекса ($p < 0,05$). В группе наблюдения (дети и взрослые м/р Усольский-2) выявлено увеличение по сравнению с физиологической нормой IgE ($p < 0,05$), что свидетельствует об активации процессов общей сенсibilизации.

Достоверных отклонений от нормы в среднем по группе наблюдения в уровнях показателей иммунорегуляции (цитокины) и пролиферативных реакций (онкомаркеры) не установлено. В то же время у 15–17% обследованных группы наблюдения выявлен повышенный уровень индуцированного формальдегидом интерлейкина-10, цитокина, отвечающего за синтез специфических иммуноглобулинов. Этот цитокин в цепочке иммунного ответа на антиген одним из первых индуцируется и вызывает активацию Т-хелперов 2-го типа, которые отвечают за синтез специфических иммуноглобулинов. Таким образом, у обследованных детей м/р Усольский-2 можно ожидать при продолжающемся воздействии на их организм гаптена ответной реакции в форме синтеза специфических иммуноглобулинов.

У части взрослого населения наблюдаемой группы выявлено повышение содержания специфического к формальдегиду иммуноглобулина G (3,57%) и IgE (14,29%), что является доказательством формирования специфической сенсibilизации к формальдегиду у ряда жителей микрорайона.

Более глубоких изменений, характерных для воздействия формальдегида на регуляцию иммунного ответа, не отмечено ни в одной группе наблюдения.

Результаты исследования биохимических, общеклинических и цитогенетических показателей крови детей и взрослых*

Показатель	Физиологическая норма	Среднее значение ($M \pm m$)	Частота регистрации проб с отклонением от физиологической нормы, %	Достоверность различия с нормой
Эозинофилы, % (дети)	0–3	4,32 ± 0,6	77,27	0,000
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е. (дети)	0,015–0,02	0,11 ± 0,04	100,0	0,000
Эозинофилы, % (взрослые)	0,5–3,0	3,73 ± 0,4	57,58	0,000
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, у.е. (взрослые)	0,015–0,02	0,1 ± 0,01	100,0	0,000
IgE общий, МЕ/см ³ (дети)	0–49,9	88,32 ± 53,7	35,0	0,0118
IgE общий, МЕ/см ³ (взрослые)	0–49,9	141,33 ± 79,91	44,83	0,007
Интерлейкин-10, стимулированный формальдегидом, пг/мл (дети)	–	130,46 ± 75,37	15,0	–
Интерлейкин-10, стимулированный формальдегидом, пг/мл (взрослые)	–	192,5 ± 94,67	17,24	–

Примечание. * Приведены результаты по показателям, имевшим достоверные различия между группами наблюдения и физиологической нормой.

Таблица 4

Результаты исследования биохимических, общеклинических и цитогенетических показателей крови детей и взрослых группы наблюдения и группы сравнения*

Показатель	Группа наблюдения (Усольский-2)		Группа сравнения		Межгрупповое различие (p) по средним
	Среднее значение ($M \pm m$)	Частота регистрации проб с отклонением от физиологической нормы, %	Среднее значение ($M \pm m$)	Частота регистрации проб с отклонением от физиологической нормы, %	
Эозинофилы, % (взрослые)	3,73 ± 0,4	57,78	2,48 ± 0,62	21,21	0,001
Абсолютное число эозинофилов, 10 ⁹ /дм ³ (взрослые)	249,76 ± 34,84	33,3	147,39 ± 28,95	60,1	0,000
Интерлейкин-6 пг/мл (дети)	70,2 ± 29,8	75,0	0,01 ± 0,0	0,0	0,000

Примечание. * Приведены результаты по показателям, имевшим достоверные различия между группами наблюдения и сравнения, в том числе по кратностям превышения нормы.

Заключение

В целом проведенные исследования позволили установить, что жилые помещения сборно-каркасных домов в м/р Усольский-2 характеризовались повышенным относительно гигиенических нормативов содержанием формальдегида (до 10 ПДКс.с.). При этом повышенные уровни регистрировали как в теплый, так и в холодный периоды года, не имея выраженной динамики в течение суток. Зарегистрированные концентрации формальдегида внутри помещений даже при низких уровнях загрязнения атмосферного воздуха территории при наихудших сценариях воздействия формируют неприемлемые канцерогенные риски и неканцерогенные риски нарушения функций органов дыхания, иммунной системы, глаз. Углубленными исследованиями установлено, что у взрослого населения, проживающего в исследованных помещениях в течение 1,5–3 лет, уровень заболеваемости болезнями органов дыхания статистически выше соответствующего значения территории сравнения. У жителей м/р Усольский-2 чаще, чем в группе сравнения, были диагностированы заболевания кожи и подкожной клетчатки, но различия не носили достоверный характер.

В крови и взрослых и детей м/р Усольский-2 выявлено наличие формальдегида в концентрациях, достоверно превышающих уровень данной примеси в крови групп сравнения, что подтверждает экспозицию к формальдегиду и вероятность реализации риска для здоровья.

Ряд лабораторных показателей, отражающих донозологические изменения в состоянии здоровья, свидетельствовал об общей и специфической к формальдегиду сенсибилизации у отдельных жителей микрорайона.

Таким образом, длительное проживание в условиях выявленных уровней воздействия формальдегида создает риски развития неблагоприятных эффектов со стороны здоровья. Полученные результаты были использованы для разработки рекомендаций по минимизации негативного воздействия формальдегида на здоровье населения, проживающего в сборно-каркасных домах:

– был выполнен ряд мер первичной профилактики нарушений здоровья жителей через смену жилища, расселение жителей сборно-каркасных домов;

– проведено информирование жителей о необходимости соблюдения режимов постоянного и длительного проветривания помещений.

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

Литература (п.п. 3, 10–13 см. References)

1. Губернский Ю.Д., Калинина Ю.Д. Гигиеническая характеристика химических факторов риска в условиях жилой среды. *Гигиена и санитария*. 2001; 80(4): 21–4.
2. Губернский Ю.Д., Новиков С.М., Калинина Н.В., Мацюк А.В. Оценка риска воздействия на здоровье населения химических веществ, загрязняющих воздух жилой среды. *Гигиена и санитария*. 2002; 81(6): 27–37.
3. Коренман Я.И., Кучменко Т.А., Силина Ю.Е. Оценка загрязненности воздуха помещения после ремонта. *Строительные материалы*. 2004; (10): 42–3.
4. Разиньков Е.М. Миграция формальдегида из древесно-стружечных плит. *Лесотехнический журнал*. 2013; (4): 117–25.
5. Хабаров В.Б. Санитарно-химические характеристики композиционных древесных материалов и синтетических смол по данным газовой хроматографии. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2015; 15(2): 196–215.
6. Дедкова Л.А., Лисецкая Л.Г. Эмиссия формальдегида в воздух закрытых помещений. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук*. 2011; 79(3-2): 76–9.
7. Макс А.А., Евдошенко В.С., Загороднов С.Ю. Проблема безопасности жилых помещений в условиях использования строительных материалов с полимерным компонентом. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2011; 13(1-8): 2065–9.
8. Ганькин А.Н., Гриценко Т.Д., Соколов С.М., Пронина Т.Н. Риск здоровью учащихся, формируемый загрязнением воздушной среды учебных помещений от среды учебных помещений. *Анализ риска здоровью*. 2014; (1): 40–8.

14. Байрагов Н.А., Жиликов Е.В. Антропогенная нагрузка как фактор, усугубляющий развитие и течение основных заболеваний беременных женщин и детей. *Фундаментальные исследования*. 2014; (4-3): 624–8.
15. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Особенности клеточного звена иммунитета у детей в условиях внешнесредовой экспозиции толуолом, формальдегидом, фенолом. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012; 14(5-2): 341–3.
16. Землянова М.А., Щербина С.Г., Алпатова М.А. Гигиеническая оценка содержания химических мутагенов в крови и цитогенетические нарушения. *Здоровье семьи – 21 век*. 2010; (1): 1–7.
17. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Влияние контаминации формальдегидом на показатели иммунной системы у детей. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014; 16(5-2): 702.
18. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.; 2004.
7. Dedkova L.A., Lisetskaya L.G. Formaldehyde emission into indoors air. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii meditsinskikh nauk*. 2011; 79(3-2): 76–9. (in Russian)
8. Maks A.A., Evdoshenko V.S., Zagorodnov S.Yu. Problem of premises safety in conditions of using the building materials with polymeric component. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2011; 13(1-8): 2065–9. (in Russian)
9. Gan'kin A.N., Gritsenko T.D., Sokolov S.M., Pronina T.N. Health risk of pupils formed by classrooms' air pollution. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; (1): 40–8. (in Russian)
10. WHO. Guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Available at: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf
11. Toxicological profile for formaldehyde. Available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.pdf>
12. Marutzky R., Dix B. Adhesive related VOC- and Formaldehyde-Emissions from Wood products: Tests, regulations, standards, future developments. In: *Proceedings of the COST E34 Conference «Innovations in Wood Adhesives University of Applied Sciences»* Bern, Switzerland; 2004: 91–106.
13. Liu L., Poon R., Chen L., Frescura A.M., Montuschi P., Ciabattini G. et al. Acute effects of air Pollution on pulmonary function, airway, inflammation and oxidative stress in asthmatic children. *Environ. Health Perspect.* 2009; 117(4): 668–74.
14. Bayrakov N.A., Zhilyakov E.V. Anthropogenic load as a contributor to the development and course of major diseases of pregnant women and children. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; (4-3): 624–8. (in Russian)
15. Zaytseva N.V., Dolgikh O.V., Dianova D.G. Features of cellular immunity in children environmentally exposed to toluene, formaldehyde and phenol. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2012; 14(5-2): 341–3. (in Russian)
16. Zemlyanova M.A., Shcherbina S.G., Alpatova M.A. Hygienic estimation of the chemical mutagen substances concentration in blood and cytogenetic infringement. *Zdorov'e sem'i – 21 vek*. 2010; (1): 1–7. (in Russian)
17. Zaytseva N.V., Dolgikh O.V., Dianova D.G. Formaldehyde contamination influence on immune system in children. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014; 16(5-2): 702.
18. Р 2.1.10.1920–04. Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment Р 2.1.10.1920–04 Р. Moscow; 2004.

References

1. Gubernskiy Yu.D., Kalinina Yu.D. Sanitary characterization of chemical risk factors under dwelling conditions. *Gigiena i sanitariya*. 2001; 80(4): 21–4. (in Russian)
2. Gubernskiy Yu.D., Novikov S.M., Kalinina N.V., Matsyuk A.V. Assessment of the risk of exposures to dwelling-polluting chemicals to human health. *Gigiena i sanitariya*. 2002; 81(6): 27–37. (in Russian)
3. Sarigiannis D.A., Karakitsos S.P., Gotti A., Liakos I.L., Katsoyiannis A. Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environment and associated health risk. *Environ. Int.* 2011; 37(4): 743–65.
4. Korenman Ya.I., Kuchmenko T.A., Silina Yu.E. The evaluation of the contamination of the room air after executed repair works. *Stroitel'nye materialy*. 2004; (10): 42–3. (in Russian)
5. Razin'kov E.M. Migration of formaldehyde from wood particleboard. *Lesotekhnicheskii zhurnal*. 2013; (4): 117–25. (in Russian)
6. Khabarov V.B. Sanitary-chemical characteristics of composite wood-based materials and synthetic resins according to gas chromatography. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2015; 15(2): 196–215. (in Russian)

Поступила 19.09.16
Принята к печати 07.11.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.31:546.175]:612.017.1:575.224]-053.2

Старкова К.Г.¹, Долгих О.В.^{1,2,3}, Кривцов А.В.¹, Бубнова О.А.¹, Отавина Е.А.¹, Безрученко Н.В.^{1,2}, Колегова А.А.², Мазунина А.А.², Гусельников М.А.²

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МАРКЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИММУННОЙ РЕГУЛЯЦИИ У ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИТРАТОВ

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

²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь;

³ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Пермь

Проведено изучение особенностей изменения маркерных показателей иммунной регуляции у детей в условиях избыточного поступления нитратов с питьевой водой (превышение в 4,4 раза содержания нитрат-ионов в питьевой воде на территории наблюдения относительно территории сравнения). Идентифицировано присутствие в анализируемых образцах крови N-нитрозодиметиламина с кратностью превышения относительно группы сравнения 2,6 раза ($0,00029 \pm 0,00009$ и $0,00011 \pm 0,00008$ мг/дм³ соответственно; $p < 0,05$), а также N-нитрозодиэтиламина 3,7 раза ($0,00317 \pm 0,00227$ и $0,00082 \pm 0,00053$ мг/дм³ соответственно; $p < 0,05$). В результате изучения показателей состояния иммунной регуляции установлено достоверное возрастание в 1,5 раза уровня специфических IgG к N-нитрозодиметиламину; активация в 2,1 раза синтеза лейкотриенов C₄/D₄/E₄ и до 2,6 раза простагландинов; достоверное снижение в 1,6–1,7 раза абсолютного и относительно количества CD95⁺-лимфоцитов по отношению к показателям группы сравнения. Показано достоверное снижение концентрации интерлейкина-10 относительно группы сравнения, в среднем в 2,2 раза ($p < 0,05$). Установлено, что при увеличении концентрации N-нитрозодиметиламина в крови повышаются шансы возрастания уровня VEGF ($R^2 = 0,49$, $p < 0,05$), а увеличение концентрации N-нитрозодиэтиламина в крови и нитратов в моче связано с повышением уровня интерлейкина-17 ($R^2 = 0,43–0,74$, $p < 0,05$). Рекомендуется использовать значения цистеиниловых лейкотриенов, IgG специфического к N-нитрозодиметиламину, CD95⁺-лимфоцитов, а также медиаторов цитокинового ряда в качестве маркерных показателей иммунной регуляции для идентификации групп риска развития ранних иммунных нарушений у детского населения, потребляющего воду с повышенным содержанием нитратов.

Ключевые слова: иммунная регуляция; нитраты; нитрозамины.

Для цитирования: Старкова К.Г., Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А., Отавина Е.А., Безрученко Н.В., Колегова А.А., Мазунина А.А., Гусельников М.А. Особенности изменения маркерных показателей иммунной регуляции у детей в условиях воздействия нитратов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 44–47. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-1-44-47>