

© AUTHORS, 2022

Olga Yu. Ustinova<sup>1,2</sup>, Nina V. Zaitseva<sup>1</sup>, Olga A. Maklakova<sup>1,2</sup>, Svetlana L. Valina<sup>1</sup>

## The prevalence of respiratory diseases associated with herpes infection under conditions of aerotechnogenic exposure to chemicals in children

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;<sup>2</sup>Perm State University, Perm, 614990, Russian Federation

**Introduction.** Respiratory diseases consistently occupy a leading position in the structure of pediatric pathology. **Materials and methods.** We performed clinical examination of 5–17 years four hundred ninety six children living at a large industrial center, on a territory with a relatively favourable sanitary-hygienic situation. The examination involved establishing markers of Herpes simplex, and chemical and analytical blood tests aimed at determining contents of technogenic chemicals in it.

**Results.** In 29.7–66.1% children living in the industrial center elevated blood levels of benzene, p-, m-xylene, manganese and zinc are recorded relative to background levels. Up to 77.6% of children in the observation group had markers of the virus Epstein–Barr, cytomegalovirus, 48.2% — Herpes simplex virus type 1.2. In ¾ of children, respiratory diseases are represented by inflammatory diseases of the nasal mucosa (53.4%) and chronic lymphoproliferative pathology of the nasopharynx (58.2%), associated with increased blood levels of chemicals and the level of markers of Herpes simplex type 1.2, virus Epstein–Barr. The risk of developing chronic lymphoproliferative pathology in children of the observation group is 1.3 times higher. In 39.8% of cases, an intrasystemic comorbidity of respiratory diseases is formed. In 29.1–48.5% of children with respiratory pathology, thyroid diseases, vegetative dystonia, functional heart pathology are registered due to the combined effect of elevated blood levels of aromatic hydrocarbons, formaldehyde, metals and the level of markers of Herpes simplex type 1.2, virus Epstein–Barr. Under conditions of aerogenic pollution with technogenic chemical factors, the risk of developing intra-system and inter-system comorbidity increases up to 1.6 times.

**Limitations.** The study was conducted in 5-17 years children on a representative sample.

**Conclusion.** In conditions of aerotechnogenic exposure to chemicals, the prevalence of respiratory diseases associated with herpes infection in children is higher, which must be taken into account when carrying out preventive measures.

**Keywords:** children; respiratory diseases; herpetic infection; man-made chemicals

**Compliance with ethical standards.** Clinical trials were approved by the Ethics Committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (protocol № 2, 25.01.2021). Before the examination, voluntary informed consent was obtained from the legal representatives of the children.

**Patient consent.** Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)".

**For citation:** Ustinova O.Yu., Zaitseva N.V., Maklakova O.A., Valina S.L. The prevalence of respiratory diseases associated with herpes infection under conditions of aerotechnogenic exposure to chemicals in children. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2022; 66(6): 505-512. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-6-505-512> <https://elibrary.ru/jotpqe> (in Russian)

**For correspondence:** Olga A. Maklakova, MD, PhD, Head of the Department of Consultative and Outpatient Department of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: [olga\\_mcl@fcrisk.ru](mailto:olga_mcl@fcrisk.ru)

### Information about the authors:

Ustinova O. Yu., <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>Zaitseva N. V., <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>Maklakova O. A., <https://orcid.org/0000-0001-9574-9353>Valina S. L., <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>

**Contribution of the authors:** Ustinova O. Yu. — editing; Zaitseva N. V. — research concept and design; Maklakova O. A. — material collection and processing, statistical processing, writing the text; Valina S. L. — statistical processing, writing the text, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of its final version.

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

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

Received: August 12, 2022

Accepted: September 07, 2022

Published: December 12, 2022

## Введение

К числу приоритетных направлений, обеспечивающих устойчивое развитие общества, относится сохранение здоровья детей и подростков. Согласно данным официальной статистики, в последние десятилетия наблюдается увеличение заболеваемости детей по обращаемости и распространённости хронической патологии. В структуре детской заболеваемости болезнями органов дыхания (J00–J99) на протяжении всего времени сохраняют приоритетную позицию [1–4]. За 20 лет произошёл рост в 1,2 раза впервые выявленной патологии органов дыхания, которая в 2020 г. составила 101956,7 случая на 100 000 детского населения [5].

Согласно данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, загрязнение атмосферного воздуха негативно влияет на здоровье людей, способствует росту заболеваемости среди взрослого и детского населения респираторной, сердечно-сосудистой патологией [6]. Деятельность промышленных предприятий, развитие транспортной инфраструктуры в крупных городах приводят к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха смесью химических веществ, в которой присутствуют взвешенные вещества, ароматические углеводороды, формальдегид, металлы и другие соединения [7–9]. По данным эпидемиологических исследований, на территориях промышленных центров регистрируется повышенный уровень заболеваемости патологией дыхательной системы, которая чаще имеет рецидивирующее течение [9–13].

Являясь защитным барьером организма, дыхательная система первой реагирует на аэрогенное воздействие химических веществ развитием местного хронического воспаления в слизистой оболочке, зачастую с формированием иммуноаллергических и дистрофических процессов [14–16]. Техногенные химические вещества, снижая активность местных механизмов противоинфекционной резистентности верхних дыхательных путей, способствуют колонизации слизистых оболочек условно-патогенными и патогенными микроорганизмами [17].

Среди инфекционной патологии человека наиболее распространены герпесвирусные инфекции (ГВИ), инфицированность герпесвирусами может достигать 85% к 7-летнему возрасту [18–20]. Способность герпесвирусов к персистенции и длительной бессимптомной циркуляции в организме человека приводит к нарушению функционального состояния иммунной системы, формированию хронического воспаления, что содействует микст-инфицированию. Хроническая ГВИ играет важную роль в формировании группы часто болеющих детей, увеличении частоты рецидивов респираторной патологии и развитии неблагоприятных исходов [21–23].

В последние годы происходит эволюция инфекционного эпидемиологического процесса, связанная с меняющимися социально-экономическими условиями жизни, прежде всего научно-техническим прогрессом. Антропогенное аэрогенное загрязнение, приводя к нарушению адаптивных систем организма, способствует распространению инфекционной патологии, развитию осложнений и хронизации процесса, в том числе сопутствующих соматических болезней [24, 25].

Таким образом, изучение заболеваемости болезнями органов дыхания детей с ГВИ в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических факторов является актуальной задачей профилактической медицины.

Целью исследования явилось изучение распространённости у детей заболеваний органов дыхания, сопряжённых с ГВИ, в условиях аэротехногенного воздействия химических веществ.

## Материал и методы

Для изучения распространённости соматической патологии проведено проспективное клиническое обследование 496 детей в возрасте 5–17 лет. Группу наблюдения (ГН) составили 268 детей (49,2% мальчиков и 50,8% девочек; средний возраст  $10,82 \pm 0,46$  года), проживающих на территории промышленного центра Пермского края. В группу сравнения (ГС) включили 228 детей (51,3% мальчиков и 48,7% девочек; средний возраст  $10,96 \pm 0,46$  года), проживающих на относительно санитарно-гигиенически благополучной территории. Из обследования были исключены дети с острыми заболеваниями, врождённой патологией, из асоциальных семей. Исследуемые группы были сопоставимы по половозрастному составу ( $p = 0,641–0,672$ ).

Изучение качества атмосферного воздуха на исследуемых территориях на наличие формальдегида проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в соответствии с МУК 4.1.1045-01 «ВЭЖХ определение формальдегида и предельных альдегидов ( $C_2–C_{10}$ ) в воздухе», ароматических углеводородов — газохроматографическим методом в соответствии с МУК 4.1.3167–14 «Газохроматографическое определение гексана, гептана, бензола, толуола, этилбензола, м-, о-, п-ксилолов, изо-пропилбензола, н-пропилбензола, стирола, метилстирола, бензальдегида в атмосферном воздухе, воздухе испытательной камеры и замкнутых помещений», металлов (марганец, медь, хром, цинк) — масс-спектрометрическим методом в соответствии с МУК 4.1.3481-17 «Измерение массовых концентраций химических элементов в атмосферном воздухе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой». По результатам анализа разовых проб рассчитывали среднеарифметические (при отборе 3 проб в сутки) и среднесуточные (при отборе 4 проб за сутки) концентрации химических веществ в воздухе. Качество атмосферного воздуха оценивали в соответствии с гигиеническими нормативами<sup>1,2,3</sup>.

Клиническое обследование детей проводили после получения письменного добровольного информированного согласия законных представителей несовершеннолетних в соответствии с этическими принципами Хельсинской декларации (с изменениями и дополнениями 2008 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). Протокол исследования одобрен Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» (протокол № 2 от 25.01.2021).

Все дети, включённые в исследование, участвовали в медико-социальном анкетировании, прошли осмотр вра-

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

<sup>2</sup> СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

<sup>3</sup> Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

чами-специалистами (педиатр, аллерголог, невролог, оториноларинголог) с анализом медицинской карты ребёнка для образовательных учреждений (форма № 026/у-2000), лабораторную диагностику (общеклинический и биохимический анализы крови; иммунологическое исследование, в том числе содержания в крови тиреоидных гормонов, иммуноферментный анализ крови для определения содержания титров IgG к вирусу простого герпеса 1-го и 2-го типа (ВПГ-1,2), цитомегаловирусу (ЦМВ), НА-антигенам вируса Эпштейна–Барр (ВЭБ) и полимеразная цепная реакция мазков буккального эпителия для выявления ДНК простого герпеса 6-го типа, ЦМВ, ВЭБ), химико-аналитическое исследование крови. Лабораторная диагностика выполнена по стандартным методикам, отклонения соответствующих показателей оценивали по возрастным физиологическим нормативам.

Химическо-аналитическое исследование содержания в биосредах (крови) формальдегида осуществляли в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.2111-06 «Измерение массовой концентрации формальдегида, ацетальдегида, пропионового альдегида, масляного альдегида и ацетона в пробах крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», ароматических углеводородов (бензола, толуола и ксилола) — в соответствии с МУК 4.1.765-99 «Газохроматографический метод количественного определения ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-, м-, п-ксилол) в биосредах (кровь)», металлов (марганца, никеля, хрома, меди, цинка) — в соответствии с МУК 4.1.3230-14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой». Концентрации химических веществ в крови детей оценивали относительно региональных фоновых уровней содержания исследуемых соединений в крови детского населения, проживающего на экологически благополучных территориях Пермского края.

Анализ полученной информации выполнен стандартными статистическими методами описательной статистики, проведён расчёт относительного риска (RR) и его 95% доверительного интервала (CI), достоверность нижней

границы которого превышала 1,0. Для установления причинно-следственных зависимостей между воздействием техногенных химических факторов, ГВИ и развитием заболеваний у детей выполнено математическое моделирование с помощью однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера (F), коэффициенту детерминации ( $R^2$ ) и t-критерию Стьюдента при уровне статистической значимости  $p \leq 0,05$  [26].

## Результаты

Оценка качества атмосферного воздуха за период натуральных наблюдений на территориях исследования не выявила превышений максимально разовых и средне-суточных предельно допустимых концентраций по исследуемым химическим веществам. Однако в атмосферном воздухе на территории наблюдения определено превышение в 1,7 раза концентрации формальдегида относительно референтных концентраций при хроническом ингаляционном воздействии ( $RfC_{хр.}$ ), в 4,8 раза — содержания марганца ( $p < 0,05$ ). На территории наблюдения среднеарифметические концентрации формальдегида в атмосферном воздухе были выше в 2,3 раза, марганца — в 3,9 раза, хрома — в 2,6 раза, цинка — в 1,5 раза, чем на территории сравнения ( $p < 0,05$ ). Ароматические углеводороды (бензол, ксилолы) присутствовали в атмосферном воздухе, однако содержание их на сравниваемых территориях не имело значимых различий. Установлена достоверная причинно-следственная связь между воздействием комплекса химических факторов, содержащихся в атмосферном воздухе, и нарушением здоровья детского населения по классу болезней органов дыхания. Среди детского населения, проживающего в условиях аэротехногенного воздействия химических веществ, относительно детского населения территории относительного санитарно-гигиенического благополучия риск возникновения болезней органов дыхания был выше в 1,2 раза ( $RR = 1,18$ ;  $CI = 1,16-1,21$ ).

Анализ результатов химико-аналитического исследования биосред (кровь) показал наличие у обследованных детей в крови ароматических углеводородов (табл. 1). Количество проб с повышенным уровнем бензола и

**Таблица 1.** Содержание техногенных химических веществ в крови обследованных детей

**Table 1.** The content of technogenic chemicals in the blood of the examined children

Химическое вещество Chemical substance	Фоновый уровень Background level	ГН   Observation group		ГС   Comparison group		P
		Me [25; 75], мкг/см <sup>3</sup> (µg/cm <sup>3</sup> )	доля проб с показателями выше фонового уровня, % Proportion of samples with indices above background level, %	Me [25; 75], мкг/см <sup>3</sup> (µg/cm <sup>3</sup> )	доля проб с показателями выше фонового уровня, % Proportion of samples with indices above background level, %	
Бензол / Benzene	0	0,0016 [0,0; 0,0021]	65,1	0,0 [0,0; 0,0017]	49,7	0,00002
п-, м-ксилол / p-, m-xylene	0	0,0042 [0,0; 0,0058]	66,1	0,0 [0,0; 0,0071]	48,7	0,0001
Формальдегид / Formaldehyde	0,005–0,0076	0,031 [0,022; 0,045]	93,6	0,024 [0,012; 0,037]	96,7	0,0009
Марганец / Manganese	0,009–0,017	0,013 [0,011; 0,016]	47,3	0,012 [0,0098; 0,014]	34,9	0,093
Хром / Chromium	0,0007–0,0047	0,0032 [0,0021; 0,0054]	54,1	0,0032 [0,0024; 0,0045]	50,8	0,836
Цинк / Zinc	4,02–5,52	4,55 [4,05; 4,98]	29,7	4,12 [3,81; 4,47]	11,1	0,00017

п-, м-ксилола регистрировалось в 1,3–1,4 раза чаще в ГН ( $p = 0,001–0,0001$ ). Средняя концентрация формальдегида в крови практически у всех детей (93,6–96,7%) значимо превышала фоновые значения ( $p < 0,05$ ) и была в 1,3 раза выше в ГН ( $p = 0,0009$ ).

Количественная оценка среднего содержания металлов в крови не показала превышения фоновых уровней исследуемых элементов у обследованных детей; при этом в ГН пробы крови с повышенным содержанием цинка и марганца встречались в 1,4–2,7 раза чаще ( $p = 0,083–0,001$ ).

Исследование маркеров ГВИ выявило инфицированность 92,0–92,3% обследованных детей. В мазках из ротоглотки методом полимеразной цепной реакции практически у каждого 3-го обследованного ребёнка обнаружено наличие вируса герпеса 6-го типа, у каждого 4-го — ВЭБ, в единичных случаях встречался ЦМВ ( $p = 0,422–0,87$ ). Выявлено, что среднее содержание копий ДНК ВЭБ было в 3,3 раза выше у детей ГН (3600 [870; 14700] копий ДНК ВЭБ на  $10^5$  клеток против 1100 [530; 6600] в ГС;  $p = 0,367$ ).

Проведённое иммунологическое исследование показало, что 3/4 детей в ГН и 2/3 детей в ГС имели IgG-антитела к антигенам ЦМВ и ядерному антигену НАЕВВ ( $p = 0,242–0,321$ ). Количество детей с IgG-антителами к антигенам ВПГ-1,2 было в 1,2 раза больше в ГН (48,2% против 40,7% в ГС;  $p = 0,321$ ). Отмечено, что среднее содержание ВПГ-1,2 IgG в сыворотке крови было в 1,5 раза выше у детей ГН ( $p = 0,003$ ; табл. 2), а уровень антител к антигенам ЦМВ и ядерному антигену НАЕВВ не имел значимых различий между сравниваемыми группами ( $p = 0,255–0,373$ ).

Результаты клинического обследования показали, что заболевания органов дыхания встречались чаще у детей ГН (76,8% против 69,3% случаев в ГС;  $p = 0,06$ ), среди которых наиболее распространённой патологией были воспалительные заболевания слизистой носовой полости. Аллергический ринит (J30.0, J30.3), поллиноз (J30.1) диагностировались у 53,4%, хронический ринит (J31.0) — у 24,8% детей ГН, что было в 1,2 раза чаще, чем в ГС (46,2% и 19,6% соответственно;  $p = 0,173–0,239$ ). Установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности развития патологии слизистой носа при повышенном содержании в крови марганца и цинка ( $R^2 = 0,12–0,35$ ;  $20,21 \leq F \leq 155,21$ ;  $p = 0,0001$ ), а также хронического ринита с уровнем маркера ВПГ-1,2 ( $R^2 = 0,12$ ;  $F = 19,36$ ;  $p = 0,00019$ ).

Хроническая лимфопролиферативная патология носоглотки (J31.0, J35.1, J35.2, J35.3) в 1,3 раза чаще регистрировалась у детей ГН (58,25% против 44,94% в ГС;  $p = 0,012$ ), при этом гипертрофия небных миндалин (40,3%) и аденоиды (41,7%) встречались у них с оди-

наковой частотой, превышая в 1,7–2,4 раза показатели ГС (23,4 и 17,7% соответственно;  $p = 0,001–0,0001$ ). У детей ГН установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности развития хронических заболеваний лимфоидной ткани в носоглотке при повышенном содержании в крови бензола, п-, м-ксилолов, формальдегида, марганца, хрома и цинка ( $R^2 = 0,18–0,81$ ;  $43,66 \leq F \leq 1224,58$ ;  $p = 0,0001$ ). Кроме того, выявлена причинно-следственная связь наличия хронических лимфопролиферативных заболеваний с уровнем маркеров ВПГ-1,2 и ВЭБ ( $R^2 = 0,11–0,64$ ;  $21,87 \leq F \leq 263,10$ ;  $p = 0,0001–0,00002$ ). Относительный риск развития хронической лимфопролиферативной патологии был в 1,3 раза выше у детей ГН ( $RR = 1,29$ ;  $CI = 1,05–1,59$ ).

Хроническая патология нижних дыхательных путей (бронхиальная астма, аллергический и рецидивирующий бронхит) регистрировалась в 1,5 раза чаще в ГН (11,6% против 7,6% в ГС;  $p = 0,198$ ). Установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности развития рецидивирующего бронхита с повышенным содержанием марганца и хрома в крови ( $R^2 = 0,21–0,52$ ;  $34,85 \leq F \leq 119,06$ ;  $p = 0,0001$ ).

Следует отметить, что внутрисистемная коморбидность заболеваний органов дыхания встречалась в 1,5 раза чаще у детей в ГН (39,8% против 25,9% в ГС;  $p = 0,006$ ). Так, сочетание хронических болезней слизистой носа и хронической лимфопролиферативной патологии выявлено у 25,2% детей ГН, что было в 1,4 раза чаще, чем в ГС (18,3%;  $p = 0,116$ ). Одновременно заболевания верхних и нижних дыхательных путей также отмечались в 1,5 раза чаще в ГН (10,2% и 6,9% в ГС;  $p = 0,281$ ). Сочетание хронической патологии лимфоидного кольца носоглотки и заболеваний нижних дыхательных путей (рецидивирующий бронхит, бронхиальная астма) выявлено у 4,4% детей ГН и 1 ребёнка в ГС (0,6%;  $p = 0,028$ ). Установлено, что риск возникновения внутрисистемной коморбидности у детей, проживающих в условиях аэрогенного загрязнения техногенными химическими факторами, выше в 1,5 раза ( $RR = 1,53$ ;  $CI = 1,12–2,09$ ).

Среди сопутствующей патологии у детей с заболеваниями органов дыхания в ГН в 1,4 раза чаще регистрировались болезни щитовидной железы (48,5% против 35,4% в ГС;  $p = 0,012$ ), в 1,6 раза — расстройства вегетативной нервной системы (44,2% против 27,8% соответственно;  $p = 0,001$ ), функциональная кардиопатия (29,1% против 18,3% соответственно;  $p = 0,019$ ). Установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности развития тиреоидной патологии, вегетативной дистонии, функциональной патологии сердца при повышенном содержании в крови бензола, п-, м-ксилолов, формальдегида, марганца

**Таблица 2.** Средние концентрации IgG-антител к антигенам герпесвирусов в сыворотке крови обследованных детей, Me [25; 75], усл. ед.

**Table 2.** Average concentrations of IgG antibodies to herpesvirus antigens in the blood serum of the examined children, Me [25; 75], c.u.

Маркеры ГВИ Herpesvirus markers	ГН Observation group	ГС Comparison group	<i>p</i>
HSV1,2 IgG	0,74 [0,42; 5,14]	0,49 [0,25; 5,26]	0,003
CMV IgG	2,25 [1,09; 3,51]	2,40 [0,73; 4,62]	0,373
EBV-NA IgG	80,54 [11,29; 104,49]	86,72 [0,87; 145,82]	0,255

и цинка ( $R^2 = 0,16–0,76$ ;  $58,17 \leq F \leq 901,49$ ;  $p = 0,0001$ ). Выявлена причинно-следственная связь наличия фокальных изменений щитовидной железы с уровнем маркера ВЭБ ( $R^2 = 0,13$ ;  $F = 24,67$ ;  $p = 0,00002$ ), вегетативных дисфункций с уровнем маркера ВПГ-1,2 ( $R^2 = 0,50$ ;  $F = 152,12$ ;  $p = 0,0001$ ). Относительный риск развития заболеваний щитовидной железы в группе наблюдения составил 1,4 ( $RR = 1,37$ ;  $CI = 1,06–1,76$ ), расстройства вегетативной нервной системы — 1,6 ( $RR = 1,59$ ;  $CI = 1,18–2,13$ ).

### Обсуждение

Результаты проведённого исследования подтверждают высокую инфицированность детей ГВИ [19, 20], при этом следует отметить повышенный уровень вирусной нагрузки ВЭБ и ВПГ-1,2 у детей, проживающих на территории аэрогенного загрязнения техногенными химическими факторами. Полученные нами данные могут свидетельствовать о развитии иммунных нарушений под действием аэротоксикантов, способствующих манифестации хронической ГВИ [22, 27–29].

Согласно эпидемиологическим исследованиям в условиях аэрогенного воздействия техногенных химических факторов возрастает риск развития болезней органов дыхания [9, 10, 12]. Полученные результаты о повышенной частоте встречаемости респираторной патологии при наличии ГВИ у детей, проживающих на экологически неблагоприятной территории, дополняют данные о сочетании влияния неблагоприятных факторов на развитие патологии дыхательной системы.

В ряде исследований показана роль ГВИ в формировании воспалительных процессов верхних дыхательных путей, преимущественно ЛОР-органов [21, 23]. Обладая раздражающим и цитотоксическим действием, аэротоксикаты подавляют местную противомикробную защиту, способствуют развитию местного хронического воспаления, что в сочетании с иммуносупрессивным действием ГВИ приводит к усилению гиперпролиферативных процессов в носоглотке [14–16, 29, 30]. Согласно результатам проведённых исследований, особую актуальность приобретает формирование внутрисистемной коморбидности заболеваний органов дыхания у детей с ГВИ в промышленных центрах с высоким аэрогенным загрязнением техногенными химическими веществами.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о необходимости учитывать сочетанное влияние ГВИ и техногенных химических факторов на развитие заболеваний дыхательной системы при проведении санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий среди детского населения.

**Ограничение исследований.** Исследования проводились у детей 5–17 лет на репрезентативной выборке.

### Заключение

У детей, проживающих в условиях длительного низкоуровневого аэрогенного воздействия техногенных химических веществ, на фоне контакта биосред формальдегидом регистрируется в 2/3 случаев повышенное содержание в крови бензола, п-, м-ксилола, в 1/2 — марганца и в 29,7% — цинка относительного фонового уровня. Инфицированность ГВИ обследованных детей составляет 92%. Выявлено, что в ГН до 77,6% детей имели маркеры ВЭБ, ЦМВ, практически каждый 2-й ребёнок — ВПГ-1,2. Установлено, что в условиях аэрогенного загрязнения техногенными химическими факторами болезни органов

дыхания встречались у 3/4 детей и были представлены в 53,4–58,2% случаев воспалительными заболеваниями слизистой носа и хронической лимфопролиферативной патологией носоглотки, связанных с повышенным содержанием в крови ароматических углеводородов, формальдегида, металлов и уровнем маркеров ВПГ-1,2 и ВЭБ. Относительный риск развития хронической лимфопролиферативной патологии у детей ГН выше в 1,3 раза. При этом у 39,8% детей ГН формируется внутрисистемная коморбидность заболеваний органов дыхания, сопряжённых с ГИ, а риск возникновения внутрисистемной коморбидности у детей, проживающих в условиях аэрогенного загрязнения техногенными химическими факторами, выше в 1,5 раза. Практически у каждого 2-го ребёнка ГН с респираторной патологией, сопряжённой с ГВИ, регистрируются болезни щитовидной железы, у 44,2% — вегетативная дистония, у 29,1% — функциональная патология сердца. В условиях аэрогенного загрязнения техногенными химическими факторами у детей с респираторной патологией, сопряжённой с ГВИ, риск развития заболеваний щитовидной железы, расстройства вегетативной нервной системы выше до 1,6 раза.

Выявленные особенности уровня заболеваемости болезнями дыхательной системы, сопряжёнными с ГВИ, у детского населения в условиях аэрогенного загрязнения техногенными химическими факторами позволят определить и разработать профилактические мероприятия по снижению риска формирования данной патологии у детей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Суворова А.В., Якубова И.Ш., Черныкина Т.С. Динамика показателей состояния здоровья детей и подростков Санкт-Петербурга за 20-летний период. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 332–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4332-338>
2. Антонова А.А., Яманова Г.А., Боговденнова В.Ф., Умарова Д.Н. Основные тенденции заболеваемости среди детского населения. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2021; (1–3): 6–9. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.103.1.054>
3. Аношкина Е.В., Гаммель И.В., Кононова С.В. Динамика заболеваемости болезнями органов дыхания детского населения страны. *Медицинский альманах*. 2018; (3): 120–3.
4. Бантьева М.Н., Маношкина Е.М., Соколовская Т.А., Матвеев Э.Н. Тенденции заболеваемости и динамика хронизации патологии у детей 0–14 лет в Российской Федерации. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2019; 65(5): 10. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-5-10>
5. *Здравоохранение в России – 2021: Статистический сборник*. М.: Росстат; 2021: 64–5.
6. ВОЗ. Информационный бюллетень. Загрязнение атмосферного воздуха; 2021. Доступно: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
7. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на эколого-гигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). *Медицина труда и экология человека*. 2018; (4): 12–26.
8. Скребнева А.В., Мелихова Е.П., Либина И.И., Васильева М.В. Состояние воздушного бассейна и здоровье населения Воронежской области. *Научно-практический журнал. Прикладные информационные аспекты медицины*. 2018; 21(3): 126–30.
9. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Кулагин А.А., Гиниятуллин Р.Х., Валеев Т.К. Эколого-гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха и состояния здоровья детского населения на территориях с развитой нефтяной отраслью. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(9): 949–55. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-949-955>
10. Иванов Д.О., Орел В.И. Современные особенности здоровья детей мегаполиса. *Медицина и организация здравоохранения*. 2016; 1(1): 6–11.
11. Литвинова Н.А., Молотилова С.А. Влияние выбросов автотранспорта на заболеваемость и риск здоровью населения г. Тюмени. *Экология человека*. 2018; (8): 11–6. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-8-11-16>

Здоровье детей и подростков

12. Капранов С.В., Коктышев И.В. Влияние загрязнителей атмосферного воздуха на возникновение заболеваний органов дыхания у детей и подростков. *Медицинский вестник Юга России*. 2017; 8(3): 38–45. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2017-8-3-38-45>
13. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы). *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2017; (5): 20–31.
14. Намазбаева З.И., Базелюк Л.Т., Ешмагамбетова А.Б. Оценка дыхательной системы подростков, проживающих на урбанизированных территориях. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(3): 230–3. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-97-3-230-233>
15. Соодаева С.К. Свободно-радикальные механизмы повреждения при болезнях органов дыхания. *Пульмонология*. 2012; (1): 5–10.
16. Колпакова А.Ф., Шарипов Р.Н., Колпаков Ф.А. О роли загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами в патогенезе хронических заболеваний легких. *Пульмонология*. 2017; 27(3): 404–9. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2017-27-3-404-409>
17. Маймулов В.Г., Ромашов П.Г., Чернякина Т.С., Якубова И.Ш., Суворова А.В., Блинова Л.Т. и др. Выявление цитогенетических нарушений в эпителиоцитах слизистой оболочки полости рта у детей и подростков, проживающих в районах с различной степенью химического загрязнения окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(5): 36–9.
18. Соломай Т.В., Семенов Т.А., Блох А.И. Распространённость антител к вирусу Эпштейна–Барр в разных возрастных группах населения Европы и Азии: систематический обзор и метаанализ. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021; 65(3): 276–86. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-3-276-286>
19. Рыбалкина Т.Н., Каражас Н.В., Савинков П.А., Бошняк Р.Е., Лысенкова М.Ю., Корниенко М.Н. и др. Значение герпесвирусов в этиологии ряда инфекционных и соматических заболеваний детей. *Детские инфекции*. 2017; 16(3): 10–9.
20. Шамшева О.В., Харламова Ф.С., Егорова Н.Ю., Молочкова О.В., Новосад Е.В., Симонова Е.В. и др. Результаты многолетнего изучения герпесвирусной инфекции на кафедре инфекционных болезней у детей РНИМУ. *Детские инфекции*. 2017; 16(2): 5–12.
21. Алимбарова Л.М., Лазаренко А.А., Львов Н.Д., Баринский И.Ф. Спектр маркеров герпесвирусных инфекций и алгоритм их лабораторной диагностики у детей с воспалительными процессами верхних дыхательных путей и ЛОР-органов. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2017; 62(3): 182–8. <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2017-62-3-182-188>
22. Нестерова И.В., Халтурина Е.О. Моно- и микст-герпетические инфекции: ассоциированность с клиническими синдромами иммунодефицита. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. 2018; 22(2): 226–34. <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2018-22-2-226-234>
23. Лысенкова М.Ю., Каража Н.В., Мелехина Е.В., Рыбалкина Т.Н., Веселовский П.А., Бурмистров Е.М. и др. Герпесвирусные инфекции у детей с рецидивирующими респираторными заболеваниями. *Детские инфекции*. 2018; 17(2): 17–20. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2018-17-2-17-21>
24. Савилов Е.Д., Ильина С.В. Особенности инфекционной патологии детского населения в условиях техногенного загрязнения окружающей среды. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2012; (1): 58–63.
25. Колесников С.И., Савилов Е.Д., Савченков М.Ф., Лещенко Я.А., Малов И.В., Анганова Е.В. и др. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения Сибири (медико-демографическая и эпидемиологическая характеристика). *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2016; 71(6): 472–81. <https://doi.org/10.15690/vramn640>
26. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. *Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины*. Пер. с англ. М.: Медиа Сфера; 1998.
27. Харламова Ф.С., Егорова Н.Ю., Гусева Л.Н., Гусева Н.А., Новосад Е.В., Чернова Е.В. и др. Вирусы семейства герпеса и иммунитет. *Детские инфекции*. 2006; 5(3): 3–10.
28. Симованьян Э.Н., Денисенко В.Б., Григорян А.В., Ким М.А., Бовтало Л.Ф., Белугина Л.В. Эпштейна–Барр вирусная инфекция у детей: совершенствование программы диагностики и лечения. *Детские инфекции*. 2016; 15(1): 15–23.
29. Аглямова Т.А., Хаертынова И.М., Нугманов Р.Т., Князева О.Ю. Популяционные аспекты эпидемиологии герпесвирусных инфекций в крупном промышленном городе. *Практическая медицина*. 2017; (4): 56–62.
30. Егорова Н.Ю., Молочкова О.В., Гусева Л.Н., Вальц Н.Л., Чусов К.П. Активная герпесвирусная инфекция у детей раннего возраста. *Детские инфекции*. 2018; 17(4): 22–8. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2018-17-4-22-28>

REFERENCES

1. Suvorova A.V., Yakubova I.Sh., Chernyakina T.S. Dynamics of indices of the state of health of children and adolescents in the city of St. Petersburg for 20 years. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(4): 332–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-332-338> (in Russian)
2. Antonova A.A., Yamanova G.A., Bogovdenova V.F., Umarova D.N. Main trends in morbidity among child population. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2021; (1–3): 6–9. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.103.1.054> (in Russian)
3. Anoshkina E.V., Gammel' I.V., Kononova S.V. Respiratory disease incidence dynamics in children of our country. *Meditsinskiy al'manakh*. 2018; (3): 120–3. (in Russian)
4. Bant'eva M.N., Manoshkina E.M., Sokolovskaya T.A., Matveev E.N. Trends in incidence and dynamics of chronic pathology in children aged 0–14 in the Russian Federation. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2019; 65(5): 10. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-5-10> (in Russian)
5. *Healthcare in Russia – 2021: Statistical Collection [Zdravookhraneniye v Rossii – 2021: Statisticheskiy sbornik]*. Moscow: Rosstat; 2021: 64–5. (in Russian)
6. WHO. Fact sheet. Ambient (outdoor) air pollution; 2021. Available at: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
7. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Evaluation of oil refining and petrochemical industry impact on environmental and hygienic state of environmental objects and population health (literature review). *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2018; (4): 12–26. (in Russian)
8. Skrebneva A.V., Melikhova E.P., Libina I.I., Vasil'eva M.V. The condition of the airborne and the health of the population of the Voronezh region. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny*. 2018; 21(3): 126–30. (in Russian)
9. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Kulagin A.A., Giniyatullin R.Kh., Valeev T.K. Environmental and hygienic assessment of ambient air pollution and pediatric population health in areas with developed oil industry. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(9): 949–55. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-949-955> (in Russian)
10. Ivanov D.O., Orel V.I. The modern features of health of children of the metropolis. *Meditsina i organizatsiya zdavookhraneniya*. 2016; 1(1): 6–11. (in Russian)
11. Litvinova N.A., Molotilova S.A. The influence of motor transport emissions on morbidity and health risk of the population of Tyumen city. *Ekologiya cheloveka*. 2018; (8): 11–6. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-8-11-16> (in Russian)
12. Kapranov S.V., Koktyshov I.V. The effects of air pollution of diseases of the respiratory organs for children and adolescents. *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii*. 2017; 8(3): 38–45. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2017-8-3-38-45> (in Russian)
13. Golikov R.A., Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Shtayger V.A. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2017; (5): 20–31. (in Russian)
14. Namazbaeva Z.I., Bazelyuk L.T., Eshmagambetova A.B. Evaluation of the respiratory system of the population in urban areas. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(3): 230–3. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-97-3-230-233> (in Russian)
15. Soodaeva S.K. Free radical mechanisms of injury in respiratory disease. *Pul'monologiya*. 2012; (1): 5–10. (in Russian)
16. Kolpakova A.F., Sharipov R.N., Kolpakov F.A. About a role of particle pollution for pathogenesis of chronic lung diseases. *Pul'monologiya*. 2017; 27(3): 404–9. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2017-27-3-404-409> (in Russian)
17. Maymulov V.G., Romashov P.G., Chernyakina T.S., Yakubova I.Sh., Suvorova A.V., Blinova L.T., et al. Detection of cytogenetic disorders in the oral mucosal epitheliocytes of children and adolescents living in the areas with different degrees of outdoor chemical pollution. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2011; 90(5): 36–9. (in Russian)
18. Solomay T.V., Semenenko T.A., Blokh A.I. Prevalence of Epstein-Barr virus antibodies in different age groups in Europe and Asia: a systematic review and meta-analysis. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2021; 65(3): 276–86. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-3-276-286> (in Russian)
19. Rybalkina T.N., Karazhas N.V., Savinkov P.A., Bosh'yan R.E., Lysenkova M.Yu., Kornienko M.N., et al. The importance of herpesviruses in the etiology of a number of infectious and somatic diseases of children. *Detskie infektsii*. 2017; 16(3): 10–9. (in Russian)

20. Shamsheva O.V., Kharlamova F.S., Egorova N.Yu., Molochkova O.V., Novosad E.V., Simonova E.V., et al. The results of long-term study of herpesvirus infection at the department of infectious diseases in children of Russian National Research Medical University. *Detskie infektsii*. 2017; 16(2): 5–12. (in Russian)
  21. Alimbarova L.M., Lazarenko A.A., L'vov N.D., Barinskiy I.F. The spectrum of markers of herpes viral infections and algorithm of their laboratory diagnostic in children with inflammatory processes of upper respiratory ways and ENT-organs. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2017; 62(3): 182–8. <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2017-62-3-182-188> (in Russian)
  22. Nesterova I.V., Khalturina E.O. Mono- and mixed-herpesvirus infections: association with clinical syndromes of immunodeficiency. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Meditsina*. 2018; 22(2): 226–34. <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2018-22-2-226-234> (in Russian)
  23. Lysenkova M.Yu., Karazha N.V., Melekhina E.V., Rybalkina T.N., Veselovskiy P.A., Burmistrov E.M., et al. Herpesvirus infections in children with recurrent respiratory diseases. *Detskie infektsii*. 2018; 17(2): 17–20. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2018-17-2-17-21> (in Russian)
  24. Savilov E.D., Il'ina S.V. Features of infectious pathology in the child population in the conditions of technogenic pollution of the environment. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*. 2012; (1): 58–63. (in Russian)
  25. Kolesnikov S.I., Savilov E.D., Savchenkov M.F., Leshchenko Ya.A., Malov I.V., Anganova E.V., et al. Sanitary-epidemiological status of Siberian population (medico-demographical and epidemiological characteristics). *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2016; 71(6): 472–81. <https://doi.org/10.15690/vramn640> (in Russian)
  26. Fletcher R.H., Fletcher S.W., Wagner E.H. *Clinical Epidemiology. The Essentials*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996.
  27. Kharlamova F.S., Egorova N.Yu., Guseva L.N., Guseva N.A., Novosad E.V., Chernova E.V., et al. Herpes viruses and immunity. *Detskie infektsii*. 2006; 5(3): 3–10. (in Russian)
  28. Simovan'yan E.N., Denisenko V.B., Grigoryan A.V., Kim M.A., Bovtalo L.F., Belugina L.V., et al. Epstein-Barr virus infection in children: improving the program of diagnosis and treatment. *Detskie infektsii*. 2016; 15(1): 15–23. (in Russian)
  29. Aglyamova T.A., Khaertynova I.M., Nugmanov R.T., Knyazeva O.Yu. Population aspects of the epidemiology of herpes viral infections in a large industrial city. *Prakticheskaya meditsina*. 2017; (4): 56–62. (in Russian)
  30. Egorova N.Yu., Molochkova O.V., Guseva L.N., Val'ts N.L., Chusov K.P. Active herpes virus infection in young children. *Detskie infektsii*. 2018; 17(4): 22–8. <https://doi.org/10.22627/2072-8107-2018-17-4-22-28> (in Russian)
-