

УДК [614.78:614.76]:616-053.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

© 2012 г. С. Б. Петров, Б. А. Петров

Кировская государственная медицинская академия, г. Киров

Совершенствование системы охраны материнства и детства относится к наиболее актуальным задачам современного отечественного здравоохранения. В связи с этим важное значение приобретают исследования и мероприятия, направленные на выявление факторов риска здоровью матери и ребенка [1].

Целью настоящего эколого-эпидемиологического исследования являлось изучение влияния промышленно-транспортных выбросов в атмосферный воздух городской среды на заболеваемость детей раннего возраста. В задачи исследования входило проведение гигиенического районирования городской территории по уровням загрязненности атмосферного воздуха вредными веществами, статистического анализа заболеваемости детей раннего возраста с установлением причинно-следственных связей в системе «качество атмосферного воздуха — здоровье детского населения».

Методы

Исследование проведено на территории г. Кирова, одного из крупных промышленных городов северо-востока европейской части Российской Федерации. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха городской территории являются предприятия теплоэнергетики и цветной металлургии, машиностроительной и нефтехимической промышленности, автотранспорт.

Для расчета приземных концентраций контролируемых химических загрязнителей атмосферного воздуха (взвешенные вещества, оксиды углерода, азота и серы, фенол, формальдегид, ароматические углеводороды, бенз(а)пирен) использовались данные территориального экологического мониторинга с последующей обработкой при помощи унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Экоцентр». Расчет загрязнения атмосферы выполнен в соответствии с ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

Для районирования городской территории по уровню загрязненности атмосферного воздуха был применен кластерный анализ методом К-средних. В выделенных кластерах были рассчитаны коэффициенты комплексного загрязнения атмосферного воздуха ($K' = S_d / S_{пдк} \times 100 \%$, где K' — коэффициент комплексного загрязнения; $S_{пдк}$ — интегрированный критерий условного загрязнения; S_d — интегрированный критерий фактического загрязнения) и коэффициенты концентрации взвешенных веществ ($K_c = C / RfC$, где K_c — коэффициент концентрации; C — фактическая концентрация взвешенных веществ, мг/м³; RfC — референтная концентрация взвешенных веществ, мг/м³). Расчет коэффициентов концентраций взвешенных веществ проведен по суммарной запыленности (TSP, total suspended particles) и фракционным концентрациям PM_{10} и $PM_{2,5}$ (PM , particulate matter).

В работе приведены материалы исследования по изучению влияния аэротехногенных загрязнителей городской среды на заболеваемость детей раннего возраста, проживающих в г. Кирове. Установлено, что в районах размещения промышленных и энергетических предприятий и в районах, входящих в зоны влияния производственных выбросов, отмечается по сравнению с контрольным районом статистически значимый ($p < 0,05$) высокий общий уровень распространенности заболеваний среди детей раннего возраста. В данных районах установлена прямая, сильная и статистически значимая ($p < 0,05$) связь между показателями, характеризующими комплексное загрязнение атмосферного воздуха, уровень загрязненности атмосферного воздуха взвешенными веществами, и частотой распространенности болезней органов дыхания, нервной системы, уха и сосцевидного отростка, отдельных состояний, возникших в перинатальном периоде. **Ключевые слова:** аэротехногенные загрязнители городской среды, дети раннего возраста, заболеваемость.

Заболеваемость детей раннего возраста (от 0 до 1 года) изучалась путем анализа данных государственной отчетной статистической формы № 31 «Сведения о медицинской помощи детям и подросткам». Сбор информации проведен в поликлиниках, обслуживающих детское население районов, ранжированных по уровням химической загрязненности приземного слоя атмосферы.

Показатель заболеваемости по каждому изучаемому району представлен относительной величиной (P) и ошибкой относительной величины ($\pm m_p$) на 1 000 детского населения в возрасте от 0 до 1 года. Для сравнения изучаемых районов по уровню заболеваемости был применен z -критерий, использование данного критерия обусловлено большим объемом сравниваемых выборок, а также удобством его применения для сравнения выборочных относительных величин. В качестве критического уровня значимости принят уровень $p < 0,05$.

При анализе заболеваемости были рассчитаны коэффициенты относительного риска по формуле: $OR = P_1/P_2$, где OR — коэффициент относительного риска, P_1 , P_2 — частота встречаемости статистически значимо различающихся показателей заболеваемости в сравниваемых районах, отличающихся по уровням воздействия химических загрязнителей атмосферного воздуха.

Для установления зависимости показателей заболеваемости населения от уровня комплексного воздействия химических загрязнителей атмосферного воздуха (K'), уровня воздействия взвешенных веществ (K_c) был применен однофакторный регрессионный анализ. Достоверность и адекватность полученных данных оценивались по коэффициенту корреляции Пирсона (r) и коэффициенту детерминации (r^2), критерию Фишера (F), а также по оценке нормальности распределения остатков регрессии (тест Шапиро — Уилка).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программ SPSS for Windows, версия 18, Statistika, версия 6.1.

Результаты

По результатам кластерного анализа на городской территории были выделены 5 районов, статистически значимо различающихся по уровню приземных концентраций контролируемых вредных химических веществ. Наиболее интенсивные уровни загрязнения атмосферного воздуха ($K' = 96,4$, $K_c = 3,55 \pm 0,26$; $K' = 92,6$, $K_c = 3,20 \pm 0,23$) установлены в районах размещения основных промышленных и энергетических объектов. Относительно высокий уровень загрязненности атмосферного воздуха ($K' = 86,8$, $K_c = 2,94 \pm 0,21$; $K' = 70,6$, $K_c = 2,88 \pm 0,20$) определен в районах городской территории, входящих в зоны влияния производственных выбросов по направлению господствующих ветров. Наименьшие показатели загрязнения атмосферного воздуха ($K' = 48,2$, $K_c = 2,08 \pm 0,20$) были отмечены в южном секторе городской территории, выбранном в качестве контрольной территории.

Как показали результаты медико-статистического анализа, структура заболеваемости детей от 0 до 1 года в исследуемых районах практически была одинаковой. Наиболее высокий удельный вес приходится на болезни органов дыхания — 48,32 %, второе место занимают болезни нервной системы (23,78 %), третье — отдельные состояния, возникшие в перинатальном периоде (8,48 %), четвертое — болезни крови и кроветворных органов (5,30 %), пятое — болезни органов пищеварения (2,94 %), шестое — болезни эндокринной системы (2,10 %). На остальные классы болезней приходится от 0,42 до 1,1 %.

В районах, где размещаются промышленные и энергетические объекты, значения OR составляли по общему уровню распространенности заболеваний 1,17–1,21; отдельным состояниям, возникшим в перинатальном периоде, 1,15–1,26; болезням органов дыхания 1,20–1,27; болезням уха и сосцевидного отростка 1,25–1,32; болезням нервной системы 1,30–1,37. На территориях зон влияния производственных атмосферных выбросов значения OR составляли по общему уровню распространенности заболеваний 1,12–1,18; болезням органов дыхания 1,16–1,23; отдельным состояниям, возникшим в перинатальном периоде, 1,14–1,20; болезням уха и сосцевидного отростка 1,15–1,17 и болезням нервной системы 1,18–1,20.

По остальным классам болезней значения OR не рассчитывались, так как их уровни распространенности не имели статистически значимых различий с показателями контрольного района ($p > 0,05$).

По данным регрессионного анализа наблюдается четкая зависимость общего уровня распространенности заболеваний от степени загрязненности атмосферного воздуха (K'). Выявленная зависимость является прямой, сильной и статистически значимой ($r = 0,956$, $r^2 = 0,913$, $F = 31,88$, $p = 0,01$; $y = 11,32 \times K' + 1890,73$).

В табл. 1 приведены математические модели связей коэффициента комплексного загрязнения атмосферного воздуха (K') с уровнями распространенности заболеваний по отдельным классам болезней.

Таблица 1
Зависимость частоты распространенности заболеваний по классам болезней от уровней загрязненности атмосферного воздуха (K')

Класс болезней	r	r^2	F	p
Болезни органов дыхания: $y = 8,50 \times K' + 943,42$	0,885	0,784	10,92	0,045
Отдельные состояния, возникшие в перинатальном периоде: $y = 0,67 \times K' + 1,50$	0,937	0,879	21,82	0,018
Болезни нервной системы: $y = 2,73 \times K' + 19,30$	0,891	0,793	11,50	0,042
Болезни уха и сосцевидного отростка: $y = 0,18 \times K' + 0,948$	0,886	0,786	11,02	0,040

Как видно из данной таблицы, регрессионный анализ позволил определить связь между показателем, характеризующим комплексное загрязнение

атмосферного воздуха (K'), и частотой распространенности болезней органов дыхания, нервной системы, уха и сосцевидного отростка, отдельных состояний, возникших в перинатальном периоде. Выявленные связи являются прямыми, сильными и статистически значимыми ($p < 0,05$). По величине коэффициента детерминации высокая степень зависимости была установлена с отдельными состояниями, возникшими в перинатальном периоде (87,9 %), болезнями нервной системы (79,3 %), болезнями уха и сосцевидного отростка (78,6 %), болезнями органов дыхания (78,4 %). По остальным классам болезней связь частоты распространенности заболеваний с уровнями загрязненности атмосферного воздуха (K') была статистически не значимой ($p > 0,05$).

По данным регрессионного анализа установлена прямая, сильная и статистически значимая связь показателя загрязненности атмосферного воздуха взвешенными веществами (K_c TSP) с общим уровнем распространенности заболеваний ($r^2 = 0,784$, $F = 10,97$, $p = 0,045$ $y = 429,56 \times K_c + 1\,550,61$).

В табл. 2 приведены математические модели связей фракционных концентраций взвешенных веществ (K_c $PM_{2,5}$; K_c PM_{10}) с уровнями распространенности заболеваний по отдельным классам болезней.

Таблица 2

Связь расчетных фракционных концентраций взвешенных веществ с уровнями распространенности заболеваний

Класс болезней	r	r^2	F	p
Болезни органов дыхания: $y = 6,50 \times K_c(PM_{2,5}) - 1,57$ $y = 106,13 \times K_c(PM_{10}) - 17,20$	0,952 0,891	0,907 0,793	29,27 11,56	0,012 0,042
Отдельные состояния, возникшие в перинатальном периоде: $y = 2,09 \times K_c(PM_{2,5}) - 2,25$ $y = 1,26 \times K_c(PM_{10}) - 1,98$	0,897 0,886	0,805 0,786	12,41 11,06	0,038 0,044
Болезни нервной системы: $K_c(PM_{2,5})$ $K_c(PM_{10})$	0,780 0,641	0,608 0,412	4,67 2,10	0,12 0,24
Болезни уха и сосцевидного отростка: $K_c(PM_{2,5})$ $K_c(PM_{10})$	0,584 0,520	0,341 0,270	1,55 1,10	0,30 0,37

Как видно из данной таблицы, определяется четкая связь между уровнями распространенности болезней органов дыхания, состояниями, возникшими в перинатальном периоде, и средними расчетными фракционными концентрациями. Выявленные связи являются прямыми, сильными и статистически значимыми ($p < 0,05$). По величине коэффициента детерминации наиболее высокая степень зависимости установлена при воздействии $PM_{2,5}$ (соответственно 90,7 и 80,5 %).

Связи частоты распространенности болезней нервной системы, уха и сосцевидного отростка с уровнями расчетных фракционных концентраций являются статистически не значимыми ($p > 0,05$).

Обсуждение результатов

Из представленных результатов исследования видно, что в городских районах, характеризующихся повышенным содержанием в приземном слое атмос-

ферного воздуха вредных химических веществ, среди детей раннего возраста отмечается статистически значимо высокий по сравнению с контрольным районом общий уровень распространенности заболеваний. Данное повышение обусловлено статистически значимым ($p < 0,05$) ростом уровней распространенности болезней органов дыхания, нервной системы, уха и сосцевидного отростка, состояний, возникших в перинатальном периоде. Влияние аэротехногенных загрязнителей городской среды на развитие и распространенность заболеваний среди детей раннего возраста подтверждается данными однофакторного регрессионного анализа.

По данным факторного анализа, ведущая роль в формировании экологически зависимых заболеваний на исследуемой территории принадлежит взвешенным веществам, оксидам азота и серы, основными источниками поступления которых в атмосферный воздух являются предприятия теплоэнергетики [6]. Механизмы патогенного действия перечисленных приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха связаны с их резорбтивно-токсическим, гонадо- и эмбриотропным эффектами [2, 3]. Значительный объем пылевых выбросов городских предприятий теплоэнергетики составляют аэрозоли летучей золы, обладающие выраженной способностью сорбировать токсичные газообразные соединения, локальная концентрация которых может превышать их концентрацию непосредственно в газовой фазе. Биологическое действие летучей золы в составе пылегазовой смеси при длительном хроническом воздействии в малых дозах характеризуется, наряду с резорбтивно-токсическим эффектом, интенсивной генерацией и накоплением активных форм кислорода, увеличением содержания липоперекисей, снижением активности антиоксидантной системы и формированием иммуннопатологических процессов [5].

Рассматривая экологические аспекты заболеваемости детей раннего возраста, нельзя не учитывать факторы риска медико-биологического и социально-гигиенического характера [7]. Среди медико-биологических факторов риска наибольшее значение имеет распространенность такого осложнения беременности, как гестоз. Возникающая при гестозе ишемия плаценты способствует развитию хронической плацентарной недостаточности, гипоксии и гипотрофии плода, нарушений его адаптационных возможностей. Перинатальная заболеваемость при гестозе значительно превышает таковую у женщин с физиологическим течением беременности [8]. Согласно результатам исследования по изучению распространенности гестоза среди беременных женщин г. Кирова, наиболее высокий уровень распространенности данного осложнения беременности отмечался в районе, где сосредоточены основные промышленные и энергетические предприятия [4].

Список литературы

1. Айламазян Э. К., Кулаков В. И., Радзинский В. Е., Савельева Г. Н. Акушерство. Национальное руководство. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. 1200 с.

2. Батян А. Н., Фрумин Г. Т., Базылев В. Н. Основы общей и экологической токсикологии. СПб. : СпецЛит, 2009. 352 с.

3. Вознесенский Н. А., Дулин К. С., Сахарова Г. М. Оксид азота и монооксид углерода при патологии легких // Актуальные проблемы пульмонологии. М. : ВНО пульмонологов, 2000. С. 738–746.

4. Иутинский Э. М., Петров С. Б., Дворянский С. А. Влияние аэротехногенных загрязнителей окружающей среды на развитие и распространенность гестоза среди беременных женщин г. Кирова // Известия Самарского научного центра РАН. Спец. выпуск. XII конгресс «Экология и здоровье человека». 2007. Т. 1. С. 36–38.

5. Петров С. Б., Петров Б. А., Цапок П. И., Шешунова Т. И. Исследование биологического действия летучей золы в составе пылегазовой смеси // Экология человека. 2009. № 12. С. 13–16.

6. Петров С. Б., Петров Б. А. Оценка комплексного влияния аэротехногенных загрязнителей городской среды на заболеваемость населения // Фундаментальные исследования. 2012. № 5. Ч. 1. С. 100–104.

7. Сидоров П. И., Гудков А. Б. Экология человека на Европейском Севере России // Экология человека. 2004. № 6. С. 15–21.

8. Сидорова И. С. Гестоз. М. : Медицина, 2003. 415 с.

References

1. Aylamazyan E. K., Kulakov V. I., Radzinskiy V. E., Saveleva G. N. Akusherstvo. *Natsionalnoe rukovodstvo* [Obstetrics. The National guide]. Moscow, 2007, 1200 p. [in Russian]

2. Batyan A. N., Frumen G. T., Bazylev V. N. *Osnovy obschey i ekologicheskoy toksikologii* [Bases of the common and ecological toxicology]. Saint Petersburg, 2009, 352 p. [in Russian]

3. Vozntsensky N. A., Dulin K. S., Sakharova G. M. *Aktualnye problemy pulmonologii* [Current problems of Pulmonology]. Moscow, 2000, pp. 788-746. [in Russian]

4. Iutinskiy E. M., Petrov B. A., Dvoryaskiy S. A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Spets. vypusk. XII Kongress "Ekologiya i zdorove cheloveka"* [Bulletin of Samara Research Center RAS. Special Issue. XII Congress "Ecology and Human Health"]. 2007, vol. 1, pp. 36-38. [in Russian]

5. Petrov S. B., Petrov B. A., Tsapok P. I., Sheshunova T. I. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2009, no. 12, pp. 13-16. [in Russian]

6. Petrov S. B., Petrov B. A. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Studies]. 2012, no. 5, pt. 1, pp. 100-104. [in Russian]

7. Sidorov P. I., Gudkov A. B. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, no. 6, pp. 15-21. [in Russian]

8. Sidorova I. S. *Gestoz* [Pre-eclampsia]. Moscow, 2003, 415 p. [in Russian]

STUDY OF ASSESSMENT OF CITY ENVIRONMENT AERIAL TECHNOGENIC POLLUTANTS INFLUENCE ON INFANT MORBIDITY

S. B. Petrov, B. A. Petrov

Kirov State Medical Academy, Kirov, Russia

In the article, materials of a study of influence of urban aerial technogenic pollutants on morbidity of infants living in Kirov have been given. It has been established that in the areas of industrial and power plants location and in the areas constituting zones of production emissions influence in comparison with the control area, there has been registered a statistically significant ($p < 0.05$) high general level of prevalence of diseases among the infants. In these areas, there has been established a direct, strong and statistically significant ($p < 0.05$) connection between the indicators characterizing atmospheric air complex pollution, a level of atmospheric air pollution with airborne suspended substances and frequency of prevalence of diseases of the respiratory organs, the nervous system, the ear and the mastoid process, separate states occurred in the perinatal period.

Keywords: aerial technogenic pollutants, city environment, children, infants, morbidity

Контактная информация:

Петров Сергей Борисович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения ГБОУ ВПО «Кировская государственная медицинская академия» Минздравсоцразвития России

Адрес: 610027, г. Киров, ул. Карла Маркса, д. 112

Тел. (8332) 35-70-95

E-mail: sbpetrov@mail.ru