К ВОПРОСУ О ХАРАКТЕРЕ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Шевчук Л.М., Соколов С.М., Гриценко Т.Д.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Беларусь

Резюме: В статье представлена разработка метода оценки характера комбинированного действия атмосферных загрязнений, по их влиянию на показатели состояния здоровья в условиях населенных мест. Установлено, что заболеваемость детей острыми респираторными инфекциями может служить в качестве наиболее чувствительного индикаторного показателя, характеризующего неблагоприятное влияние загрязняющих химических веществ на здоровье населения. Характер комбинированного действия загрязняющих химических веществ проявляется по типу «неполной» суммации близкой к корню квадратному из числа компонентов, содержащихся в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: атмосферный воздух, заболеваемость детей, комбинированное действие.

Summary: The article presents the development of a method to assess the combined effects atmospheric pollution, by their influence on health indicators in terms of settlements. It was found that children’s morbidity acute respiratory infections may serve as the most sensitive indicator of an indicator on the adverse

impact of polluting chemicals on human health. The combined action of chemical pollutants is manifested in an "incomplete" summation close to the square root of the number of components present in the air.

Key words: ambient air, children's morbidity, the combined effect.

Введение. В последние годы интенсивно развиваются медико-биологические исследования, конечной целью которых является профилактика неблагоприятных воздействий химических, физических и биологических факторов на здоровье человека.

Важнейшую роль при проведении профилактических и оздоровительных мероприятий играют гигиенические регламенты, назначением которых является предупреждение негативного влияния загрязняющих химических веществ (далее − ЗХВ) на здоровье населения.

Одной из основных проблем гигиенического регламентирования является изучение и оценка характера комбинированного действия (далее − КД) на население загрязнителей атмосферы.

Несмотря на определенные достижения гигиенической науки в решении проблемы оценки характера комбинированного действия химических соединений, современные потребности практики в научно обоснованных рекомендациях по указанному вопросу удовлетворяются далеко не полностью.

Поскольку оценка КД осуществляется преимущественно для решения количественных задач, все разнообразие видов КД можно свести к трем, используя следующие термины: «аддитивное», «более чем аддитивное» и «менее чем аддитивное».

В целях обеспечения гигиенических требований на практике при совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ сумма их допустимых концентраций, выраженных в долях предельно допустимые концентрации (далее − ПДК) рассчитывается по коэффициенту комбинированного действия ($К_{кд}$) согласно формуле 1:

(1)

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \frac{C_n}{ПДК_n} = K_{кд}$$

где C_1, C_2, C_n − допустимые концентрации веществ в атмосферном воздухе при их совместном присутствии; $ПДК_1$, $ПДК_2$, $ПДК_n$ − предельно допустимые концентрации тех же веществ при их изолированном действии.

Следовательно, в любом случае комбинированного действия атмосферных загрязнений, гигиенические требования обеспечиваются тогда, когда концентрация каждого вещества в смеси (C_i) будет изменена по

Репозиторий БГМУ

сравнению с его ПДК при изолированном действии пропорционально отношению коэффициента $К_{кд}$ к числу веществ в смеси (N), формула 2.

$$C_i = \frac{K_{кд}}{N} ПДК_i \qquad (2)$$

Оценка характера комбинированного действия в условиях эксперимента предполагает его проверку на практике в реальных условиях. Однако следует отметить, что методические приемы, используемые для оценки характера комбинированного действия веществ в условиях эксперимента, не приемлемы для его оценки в реальных условиях воздействия атмосферных загрязнений на население, так как при этом отсутствует возможность непосредственного определения тех данных, которые нужны для расчета коэффициента комбинированного действия, в частности изоэффективных уровней веществ при их изолированном действии.

Цель работы − разработка метода оценки характера комбинированного действия атмосферных загрязнений, по их влиянию на показатели состояния здоровья в условиях населенных мест.

Одним из возможных путей достижения указанной цели, по нашему мнению, является подбор (поиск) такого коэффициента комбинированного действия, при котором расчетный нормативный уровень смеси позволяет получить показатели состояния здоровья людей, соответствующие норме.

Материалы и методы. Исследования проведены в четырех населенных пунктах (районы 1, 2, 3 и контрольный). Гигиеническая оценка опасности загрязнения атмосферы выполнена согласно [1]. Всего проанализировано 10727 проб воздуха.

Ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости 14914 детей острыми инфекциями верхних дыхательных путей (ОРВИ), органов пищеварения, сердечнососудистой и мочеполовой системы проведен согласно [2].

В рамках планирования была сформулирована задача исследования: получение адекватных математических моделей, отражающих зависимость результативного признака (y) - заболеваемости от факторных признаков (x) - загрязнения атмосферного воздуха.

Зависимость показателей состояния здоровья населения от суммарного загрязнения атмосферы, выраженного различными комплексными показателями, описывали уравнениями регрессии y=a+bx и y=a+blgx и аппроксимировали соответственно на сетках с равномерным и полулогарифмическим масштабом (a и b - коэффициенты регрессии).

Расчет коэффициента комбинированного действия состоял в том, что одно и то же реальное загрязнение атмосферы мы представляли разными

Репозиторий БГМУ

комплексными показателями в зависимости от того, какой характер комбинированного действия заложен в основу их построения. Концентрации (C_i) веществ, составляющих реальное суммарное загрязнение (Р), выражали в виде нормированных по ПДК концентраций (K_i).

При этом, если комбинированное действие проявляется по типу суммации, то комплексный показатель загрязнения ($P_{сум}$) равен сумме нормированных концентраций веществ, входящих в смесь ($P_{сум} = \sum K_i$).

При независимом действии комплексный показатель ($P_{нд}$) представляет собой сумму нормированных концентраций, деленную на число (n) веществ в смеси, формула 3.

$$P_{нд} = \sum \frac{K_i}{n} \qquad (3)$$

Однако реально действующим веществом считали то, нормированная концентрация которого являлась наибольшей. При ослаблении комбинированного действия по типу корня квадратного из числа веществ в смеси ($\sqrt{n}$) комплексный показатель ($P_{к.к}$) принимали равным корню квадратному, из суммы квадратов нормированных концентрации ($P_{кк} = \sqrt{\sum K^2}$).

В случаи суммации, усиления и независимого действия за нормативное значение комплексного показателя принимали 1, а в случае ослабления комбинированного действия по типу $\sqrt{n}$ – само значение корня.

Результаты и обсуждение. Источниками загрязнения атмосферы в населенных пунктах являлись ТЭС, автомобильный транспорт и промышленные предприятия. Выбросы в атмосферу (тыс/тонн/год) составили в населенном пункте 1 - 181,6; 2 - 129,403; 3 - 64,51; в контрольном районе 12,6 тыс/тонн/год, соответственно.

Результаты структуры выбросов свидетельствуют, что наибольший удельный вес приходится на диоксид серы 87,1 – 92,3%, оксид азота 4,4 - 11,6%, диоксид азота 10,7 - 2%.

Максимально разовые, среднесуточные и среднегодовые концентрации варьировали от «допустимых» в контрольном районе, до превышающих уровней, соответствующих ПДК в десятки раз в опытных районах.

Анализ структуры загрязнения показал (по кратности превышения ПДК), что наибольший удельный вес приходится на SO_2, NO_2 и CO.

Уровень суммарного загрязнения атмосферного воздуха в среднем за наблюдаемый период по показателю «$P_{к.к}$» и «$P_{сум}$» составил в районе 1, соответственно, 12,36 и 17,35; в районе 2 – 5,79 и 7,72; в районе 3 – 36,8 и 4,48; в контрольном - 2,16 и 2,36.

Заболеваемость детского населения ОРВИ существенно варьировалась в различных населенных пунктах в зависимости от уровней загрязнения

Репозиторий БГМУ

атмосферы. Так, в среднем, за изучаемый период в районе 1 она составила 874 ± 17,75; 2 - 564,5 ± 27,7%; 3 - 424,4 ± 13,0%; в контрольном районе 358,96 ± 11,37%; соответственно. Было установлено, что в формировании заболеваемости детей ОРВИ ведущая роль принадлежит SO_2 - 31,9% (r= 0,94); NO_2 - 30,1% (r = 0,91).

Необходимо отметить, что в районе 1 с высоким суммарным загрязнением атмосферы достоверно высокой оказалась заболеваемость детей болезнями мочеполовой системы (16,3 ± 1,9‰ против 11,3 ± 1,3‰ в контрольном районе p<0,001), и органов пищеварения (47,5 ± 3,2‰ против 36,3 ± 1,7‰ p<0,001).

С целью определения характера комбинированного действия загрязнителей атмосферного воздуха зависимость заболеваемости детей ОРВИ от уровней загрязнения атмосферы, выраженного различными комплексными показателями «Р» ($P_{сум}$, $P_{н.д}$, $P_{к.к}$) аппроксимировали на сетке с равномерным масштабом в виде прямых, согласно следующим уравнениям регрессии: $P_{сум}$ – y=274,34 + 25,35x (r=0,96); $P_{н.д}$ – y=233,07 + 73,43x (r=0,93); $P_{к.к}$ − y=274,44 + 47,47x (r=0,98).

Экстраполировав указанные прямые до нормативного значения комплексного показателя загрязнения (в случае суммации и независимого действия − 1, в случае ослабления − по типу √n) определили, что характер комбинированного действия загрязнителей в реальных условиях проявляется как неполная суммация по типу √n.

На основании проведенных исследований получены уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать уровни детской заболеваемости ОРВИ в зависимости от суммарного загрязнения атмосферы.

Выводы. 1. В населенных пунктах с уровнями загрязнения атмосферы по показателю «$P_{к.к}$» - 12,36 отмечается (p<0,01 – 0,001) повышенная заболеваемость детей ОРВИ, болезнями мочеполовой системы и органов пищеварения. Заболеваемость детей острыми респираторными инфекциями может служить в качестве наиболее чувствительного индикаторного показателя, характеризующего неблагоприятное влияние загрязняющих химических веществ на здоровье населения.

2. Зависимость заболеваемости детей острыми респираторными инфекциями от уровней загрязнения атмосферы может быть аппроксимирована в виде прямых на сетке с равномерным масштабом в соответствии с уравнением $y = (CX_i)$.

3. Характер комбинированного действия загрязняющих химических веществ в натурных условиях проявляется по типу «неполной» суммации близкой к корню квадратному из числа компонентов, содержащихся в атмосферном воздухе.

Репозиторий БГМУ

Литература

1. Методические рекомендации по гигиенической оценке качеств атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценке риска для здоровья населения, МР 113 - 9711, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 10.02.1998 г.

2. Инструкции № 18 - 0102 «Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения», утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь. 11.06.2002 г.