

УДК 614.78:616-097

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОГО ШУМА НА ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АЛЛЕРГИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ НЕМЕДЛЕННОГО ТИПА

© 2012 г. **О. А. Лычёва, Р. С. Галиев**

Волжский университет им. В. Н. Татищева, г. Тольятти

По данным Всемирной организации здравоохранения, аллергические болезни в большинстве развитых стран входят в число десяти распространенных заболеваний. Мировая информация последних лет свидетельствует не только о широкой распространенности аллергических заболеваний, но и о неуклонной тенденции к ее росту. Причем в большинстве случаев аллергия протекает по немедленному типу [9, 11, 13].

Одной из основных причин увеличения заболеваемости этой патологией являются условия жизни современного человека, которые изменяют реактивность организма [12]. К этим условиям обычно относят загрязнение окружающей среды, широкое применение химических препаратов в быту и другие [2, 3, 14]. Одним из распространенных факторов техногенного загрязнения окружающей среды города является шум. Шум уникален как загрязнитель. Он часто не постоянен, не накапливается, не мигрирует. Вместе с тем шум понижает качество жизни, значительно ухудшая условия среды обитания человека и нанося значительный вред здоровью [15]. Накоплены убедительные данные о воздействии шума на иммунную, сердечно-сосудистую, эндокринную и нервную системы, а также на метаболическую активность организма [5, 10]. В литературе отсутствуют сведения о воздействии шума на развитие аллергических реакций немедленного типа. Повышенный шум особенно характерен для крупных городов, где наблюдается скопление огромного количества машин — основного источника шума. Например, по данным Госавтоинспекции, в городе Тольятти зарегистрировано 250 тысяч автомашин на 800 тысяч жителей, то есть каждый третий житель города имеет автомашину. Эквивалентный уровень шума в дневные часы на крупных улицах города достигает 90–100 дБА.

Целью работы явилось изучение влияния городского шума (90 дБА) на интенсивность аллергической реакции немедленного типа и некоторые иммунологические показатели сенсibilизированного организма.

Методы

Исследования были проведены на 48 половозрелых морских свинок-самцах массой тела 250–300 г. На них моделировалась аллергическая реакция немедленного типа — активная кожная анафилаксия (АКА) [1]. Животные были разделены на 2 группы: сравнения и исследования. В каждой группе было по 24 животных. Группа сравнения находилась на протяжении эксперимента в условиях относительной тишины, а группа исследования ежедневно в течение 45 суток подвергалась по-

На экспериментальных животных — половозрелых морских свинок изучены особенности развития аллергической реакции немедленного типа в условиях воздействия городского шума со средней интенсивностью 90 дБА. Показано, что сенсibilизация в условиях воздействия городского шума способствует развитию более сильной аллергической реакции, чем в контроле. Такая динамика определяется сдвигами в иммунной системе и факторах неспецифической защиты организма. Выявлено, что городской шум способствует снижению в периферической крови содержания Т- и В-лимфоцитов, а также подавлению функциональной активности нейтрофилов. То есть шум вызывает вторичный иммунодефицит, на фоне которого обостряется аллергическая реакция.

Ключевые слова: городской шум, аллергическая реакция, иммунитет, лимфоцит, фагоцитоз, вторичный иммунодефицит.

лучасовому акустическому воздействию (городскому шуму) со средней интенсивностью 90 дБА.

Все животные на 30-е сутки эксперимента были сенсibilизированы. Для этого животным обеих групп подкожно вводили по 0,1 мл раствора овальбумина. До начала эксперимента и на 12-е сутки сенсibilизации из ушной краевой вены забиралась кровь для анализов, а на 15-е сутки вызывалась активная кожная анафилаксия повторным внутрикожным введением 0,05 мл овальбумина. Интенсивность АКА оценивалась через 30 мин по диаметру реакции. Для более точного определения диаметра предварительно за 20 мин до введения овальбумина морским свинкам внутрисердечно вводили по 1 мл 1,6 % раствора синего Эванса. Кожная реакция будет синего цвета.

Состояние иммунитета изучалось определением содержания Т- и В- лимфоцитов в периферической крови, фагоцитарной активности нейтрофилов (ФАН), среднего фагоцитарного индекса (СФИ), суммарного эффекта фагоцитоза (СЭФ), а также оценкой ферментативной активности нейтрофилов по тесту восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-тест) [4, 6, 16]. Содержание Т- и В-лимфоцитов определяли методом розеткообразования. Фагоцитарная активность нейтрофилов определялась по способности нейтрофилов фагоцитировать частички латекса.

Кроме того, проводились гематологические исследования с вычислением коэффициента адаптации (Кад.) по формуле [8]:

$$\text{Кад.} = \frac{(\text{Лимфоциты} + \text{моноциты}), \%}{\text{Нейтрофилы}, \%}$$

Критерии коэффициента адаптации для половозрелых морских свинок следующие: норма <1,3; состояние адаптации 1,3–1,4; состояние тревоги и хронического стресса ≥1,5 .

Все данные подвергнуты вариационно-статистической обработке с помощью программы Statgraphics 3.0.

Проверка на нормальность распределения, проводимая по ГОСТу 8.207-16 с вычислением составных критериев, показала, что количественные данные подчиняются закону нормального распределения. Поэтому для их описания использовались значения среднего арифметического (X) и ошибки средней арифметической (m). Статистическая достоверность различий средних оценивалась по критерию Стьюдента.

Результаты

Проведенные исследования показали, что в условиях воздействия городского шума со средней интенсивностью 90 дБА развивается аллергическая реакция у всех животных, причем более выражено, чем в группе сравнения (табл. 1). Так, интенсивность активной кожной анафилаксии в группе исследова-

ния была в 1,38 раза выше, чем в группе сравнения (p = 0,008).

Таблица 1
Интенсивность аллергической реакции немедленного типа в условиях воздействия городского шума (X ± m)

Показатель	Сенсibilизированная группа	
	Сравнения n = 24	Исследования n = 24
Продолжительность общей аллергической реакции, мин	70,3±5,8	83,6±6,3
Интенсивность АКА, усл. ед.	20,3±1,7	28,1±2,1*

Примечание. * – различия статистически достоверны относительно группы сравнения.

Результаты гематологических исследований представлены в табл. 2. Из данных ее видно увеличение количества лейкоцитов в 1,58 раза (p = 0,041) после сенсibilизации в группе сравнения и снижение в 1,61 раза (p = 0,004) в условиях шума. То есть лейкоцитоз на воздействие антигена в условиях относительной тишины сменяется лейкопенией в условиях хронического воздействия шума.

Таблица 2
Динамика гематологических показателей сенсibilизированных морских свинок в условиях воздействия городского шума (X ± m)

Показатель	До эксперимента n = 48	Сенсibilизированная группа	
		Сравнения n = 24	Исследования n = 24
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	9,2±0,7	14,1±2,2*	5,9±0,8* **
Нейтрофилы, % ×10 ⁹ /л	44,7±3,2 4,21±0,35	40,3±3,5 5,69±0,40*	38,8±3,3 2,13±0,19* **
Лимфоциты, % ×10 ⁹ /л	53,2±4,2 5,04±0,49	54,7±4,7 7,71±0,62*	56,7±5,1 3,12±0,27* **
Моноциты, %	1,5±0,2	2,3±0,2	3,2±0,3*
Базофилы, %	0,60±0,05	2,7±0,3	1,3±0,2

Примечание. Различия статистически достоверны по отношению: * – до эксперимента, ** – к группе сравнения.

Также выявлено, что сенсibilизация морских свинок не влияет на относительное содержание клеток лейкоформулы как в группе сравнения, так и в группе исследования. А со стороны абсолютных показателей отмечены статистически достоверные изменения нейтрофилов и лимфоцитов. В группе сравнения у сенсibilизированных животных содержание нейтрофилов и лимфоцитов увеличилось соответственно в 1,48 (p = 0,002) и 1,62 (p = 0,003) раза. В группе исследования со стороны этих клеток наблюдается, наоборот, снижение соответственно в 1,34 (p < 0,001) и 1,65 (p = 0,002) раза.

Адаптивные реакции морских свинок на городской шум оценивались также по коэффициенту адаптации (табл. 3): показатели Кад. отличаются в зависимости от условий эксперимента.

Таблица 3

Динамика коэффициента адаптации сенсibilизированных морских свинок в условиях воздействия городского шума ($X \pm m$)

Показатель	До эксперимента n = 48	Сенсibilизированная группа	
		Сравнения n = 24	Исследования n = 24
Коэффициент адаптации	1,22±0,03	1,41±0,04*	1,54±0,04* **

Примечание. Различия статистически достоверны по отношению: * – до эксперимента, ** – к группе сравнения.

Состояния иммунной системы и неспецифической защиты организма оценивались по содержанию в периферической крови Т- и В-лимфоцитов, а также по фагоцитарным показателям нейтрофилов и НСТ-тесту.

Из данных табл. 4 следует, что относительные показатели содержания Т-, В- и О-лимфоцитов статистически достоверно не отличаются в сенсibilизированных группах и по отношению к группе до эксперимента. Абсолютные показатели имеют выраженную динамику. Так, сенсibilизация в условиях относительной тишины сопровождается увеличением содержания Т- и В-лимфоцитов в 1,36 ($p = 0,035$) и 2,09 ($p = 0,008$) раза соответственно, а в условиях городского шума, наоборот, снижением содержания Т-лимфоцитов в 1,99 ($p < 0,001$) раза. При сравнении данных группы исследования и группы сравнения выявлены более низкие показатели у первых по содержанию как Т-, так и В-лимфоцитов соответственно в 2,72 ($p < 0,001$) и 2,41 ($p < 0,001$) раза.

Таблица 4

Динамика содержания Т-, В-, О-лимфоцитов в периферической крови сенсibilизированных морских свинок в условиях городского шума ($X \pm m$)

Показатель	До эксперимента n = 48	Сенсibilизированная группа	
		Сравнения n = 24	Исследования n = 24
Т-лимфоциты, % × 10 ⁶ /л	54,8±4,6	46,2±5,9	41,7±5,3
	2,61±0,27	3,56±0,34*	1,31±0,20* **
В-лимфоциты, % × 10 ⁶ /л	38,5±4,1	49,7±5,3	51,1±6,6
	1,83±0,16	3,83±0,35*	1,59±0,18**
О-лимфоциты, % × 10 ⁶ /л	6,7±0,9	4,1±0,6*	7,2±0,9
	0,31±0,04	0,32±0,03	0,23±0,02

Примечание. Различия статистически достоверны по отношению: * – до эксперимента, ** – к группе сравнения.

Относительное содержание фагоцитарно активных нейтрофилов при сенсibilизации животных в группах сравнения и исследования не изменяется (табл. 5). Фагоцитарный индекс увеличивается как в условиях городского шума, так и без шума соответственно в 1,38 ($p = 0,019$) и 1,29 ($p = 0,035$) раза. При сенсibilизации в условиях без шума суммарный эффект фагоцитоза повышается, а в условиях городского шума снижается соответственно в 1,61 ($p = 0,016$) и 1,31 ($p = 0,038$) раза.

Таблица 5

Динамика функциональной активности нейтрофилов сенсibilизированных морских свинок в условиях городского шума ($X \pm m$)

Показатель	До эксперимента n = 48	Сенсibilизированная группа	
		Сравнения n = 24	Исследования n = 24
ФАН, %	48,4±3,1	42,7±3,9	50,1±4,1
СФИ	5,2±0,4	6,7±0,5*	7,2±0,7*
СЭФ, ×10 ⁶ /л	10,1±0,9	16,3±2,2 *	7,7±0,6 * **
НСТ-положительные клетки, % ×10 ⁶ /л	13,2±1,6	10,7±1,8	13,3±1,5
	0,53±0,04	0,61±0,07	0,28±0,03* **

Примечание. Различия статистически достоверны по отношению: * – до эксперимента, ** – к группе сравнения.

Из данных табл. 5 также видно, что относительные показатели НСТ-теста у сенсibilизированных морских свинок не отличаются, а абсолютное содержание НСТ-положительных клеток у них снижено в условиях городского шума относительно как группы сравнения, так и показателей до эксперимента, соответственно в 2,18 ($p < 0,001$) и 1,89 ($p < 0,001$) раза.

Обсуждение результатов

Аллерген как причина аллергического заболевания действует на организм в определённых условиях, которые могут либо способствовать его действию, что приведёт к развитию заболевания, либо затруднять его действие и тем самым не допускать развития болезни. Именно поэтому, несмотря на то, что человека окружает большое количество потенциальных аллергенов, аллергические заболевания развиваются только в определённом проценте случаев. Условия могут быть внешними (температура, влажность, давление, солнечная радиация и т. п.) и внутренними. Внутренние условия представлены в обобщённом виде реактивностью организма. Она зависит от наследственных особенностей строения и функционирования систем организма и тех свойств, которые организм приобретает в процессе своей жизни [13].

Городской шум оказывает значительное действие на организм человека и животных. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения, психической угнетённости, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. Массовые физиологические обследования населения, подвергающегося воздействию транспортного шума в условиях проживания и трудовой деятельности, выявили определённые изменения в состоянии здоровья людей, в том числе и в иммунной системе [7, 10].

Известно, что аллергические заболевания или реакции, независимо от условий, в которых они протекают, имеют три стадии развития: иммунологическую, патохимическую и патофизиологическую [13]. Нарушения в любой стадии могут привести к изменению силы аллергической реакции.

Иммунологическая стадия является первой и основной. От нее во многом зависит аллергическая перестройка организма. Аллергические заболевания часто развиваются и протекают на фоне вторичных иммунодефицитных состояний [9]. Причиной, способствующей увеличению силы аллергической реакции у животных группы исследования, по-видимому, являются адаптивные изменения в защитных механизмах организма, как в иммунной системе, так и в неспецифических факторах защиты.

Динамика гематологических показателей в условиях городского шума характерна для стресс-реакции (см. табл. 2). Сравнивая данные табл. 3 с критериями коэффициента адаптации, установили, что животные группы исследования находятся в состоянии хронического стресса, а группы сравнения — в состоянии активности [8]. Известно, что стресс, независимо от вызывающих его факторов, способствует подавлению иммунной системы и показателей неспецифической защиты организма [7]. Из данных табл. 4 видно, что если в группе сравнения сенсibilизация сопровождается увеличением числа Т- и В-лимфоцитов в периферической крови, то в группе исследования происходит, наоборот, снижение этих показателей. Такую же картину наблюдаем и со стороны клеток неспецифической защиты — нейтрофилов (см. табл. 5).

Таким образом, сенсibilизация в условиях городского шума сопровождается подавлением клеток иммунной системы и неспецифической защиты организма, то есть развивается вторичное иммунодефицитное состояние. А такая динамика, как известно, способствует обострению аллергических реакций [13].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В условиях воздействия городского шума развивается более сильная аллергическая реакция немедленного типа, чем в условиях относительной тишины.

2. Сенсibilизация животных в условиях воздействия городского шума происходит на фоне вторичных иммунодефицитных состояний, а именно снижения количества Т- и В-лимфоцитов, а также функциональной активности нейтрофилов.

Список литературы

1. Адо А. Д. Общая аллергология. М. : Медицина, 1978. 468 с.
2. Алексеева О. Г., Диева Л. В. Аллергия к промышленным химическим соединениям. М. : Наука, 1978. 312 с.
3. Безуглая Э. Ю., Смирнова И. В. Проблема загрязнения воздуха. Крупнейшие города России // Инженерные системы АВОК. 2002. № 3. С. 35–36.
4. Бердиев Н. Б., Адамчук Л. В., Галиев Р. С. Точная формула для расчета среднего фагоцитарного индекса при учете стадий фагоцитоза // Здравоохранение Таджикистана. 1990. № 2. С. 82–83.

5. Богомильский М. Р., Дьяконова И. Н., Рахманова И. В., Тихомиров А. М., Голубовский О. А. Воздействие звуковых сигналов высокой интенсивности на слуховой анализатор // Вестник оториноларингологии. 2005. № 5. С. 36–39.

6. Гариб Ф. Ю., Гариб В. Ф., Ризопулу А. П. Способ определения субпопуляций лимфоцитов // Расмий ахборотнома (Ташкент). 1995. № 1. С. 90.

7. Гаркави Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов н/Д. : Наука, 1990. 224 с.

8. Григорова О. П. Лимфоидная реакция как один из показателей реактивности организма в динамике инфекционного процесса // Охрана материнства. 1963. № 10. С. 50–55.

9. Гуцин И. С. Немедленная гиперчувствительность (аллергические реакции I типа) // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 1993. № 2. С. 54–63.

10. Измеров Н. Ф., Суворов Г. А., Прокопенко Л. В. Человек и шум. М. : ГЭОТАР-МЕД, 2001. 188 с.

11. Йегер Л. Клиническая иммунология и аллергология. М. : Медицина, 1990. Т. 1. С. 142–175.

12. Онищенко Г. Г. Состояние среды обитания человека и ее влияние на здоровье населения // Экологический вестник России. 2004. № 1. С. 3–6.

13. Пыцкий В. И., Адрианова Н. В., Артомасова А. В. Аллергические болезни. М. : Медицина, 1999. С. 217–219.

14. Семенова Н. А. Нет! Аллергии XXI века. СПб. : Диля, 2003. 158 с.

15. Степанова Е. А. Шум как фактор техногенного загрязнения окружающей среды // Совершенствование машин и оборудования в сельском хозяйстве Западной Сибири / ОмГАУ им. П. А. Столыпина. Омск, 2001. С. 55–58.

16. Фримель Г. Иммунологические методы. М. : Медицина, 1987. С. 354–365.

References

1. Ado A. D. *Obchaya allergologiya* [General Allergology]. Moscow, 1978, 468 p. [in Russian]
2. Alekseeva O. G., Dueva L. V. *Allergiya k promyshlennym khimicheskim soedineniyam* [Allergy to industrial chemical compounds]. Moscow, 1978, 312 p. [in Russian]
3. Bezuglaya E. Yu., Smirnova I. V. Problema zagryazneniya vozdukh. Krupneishie goroda Rossii. *Inzhenernyye sistemy AVOK* [Engineering systems AVOK]. 2002, no. 3, pp. 35-36. [in Russian]
4. Berdiev N. B., Adamchuk L. V., Galiev R. S. Tochnaya formula dlya rascheta srednego fagotsitarnogo indeksa pri uchete stadii fagotsitoza. *Zdravookhranenie Tadzhikistana* [Tajikistan healthcare]. 1990, no. 2, pp. 82-83. [in Russian]
5. Bogomil'skii M. R., D'yakonova I. N., Rakhmanova I. V., Tikhomirov A. M., Golubovskii O. A. Vozdeistvie zvukovykh signalov vysokoi intensivnosti na slukhovoi analizator. *Vestnik otorinolaringologii* [Otorhinolaryngology Newsletter]. 2005, no. 5, pp. 36-39. [in Russian]
6. Garib F. Yu., Garib V. F., Rizopulu A. P. Sposob opredeleniya subpopulyatsii limfotsitov. *Rasmii akhborotnoma (Tashkent)* [Rasmii Akhborotnoma, (Tashkent)]. 1995, no. 1, p. 90. [in Russian]
7. Garkavi L. Kh. *Adaptatsionnye reaktzii i rezistentnost' organizma* [Adaptive reactions and body resistance]. Rostov-on-Don, 1990, 224 p. [in Russian]

8. Grigorova O. P. Limfoidnaya reaktsiya kak odin iz pokazatelei reaktivnosti organizma v dinamike infektsionnogo protsesssa. *Okhrana materinstva* [Maternity care]. 1963, no. 10, pp. 50-55. [in Russian]

9. Gushchin I. S. Nemedlennaya giperchuvstvitel'nost' (allergicheskie reaktsii I tipa). *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya* [Pathological Physiology and Experimental Therapy]. 1993, no. 2, pp. 54-63. [in Russian]

10. Izmerov N. F., Suvorov G. A., Prokopenko L. V. *Chelovek i shum* [Man and noise]. Moscow, 2001, 188 p. [in Russian]

11. Ieger L. *Klinicheskaya immunologiya i allergologiya* [Clinical Immunology and Allergology]. Moscow, 1990, vol. 1, pp. 142-175. [in Russian]

12. Onishchenko G. G. Sostoyanie srede obitaniya cheloveka i ee vliyaniye na zdorov'e naseleniya. *Ekologicheskii vestnik Rossii* [Russian Ecological Newsletter]. 2004, no. 1, pp. 3-6. [in Russian]

13. Pytskii V. I., Adrianova N. V., Artomasova A. V. *Allergicheskie bolezni* [Allergic diseases]. Moscow, 1999, pp. 217-219. [in Russian]

14. Semenova N. A. *Net! Allergii XXI veka* [No! to Allergy in XXI century]. Saint Petersburg, 2003, 158 p. [in Russian]

15. Stepanova E. A. Shum kak faktor tekhnogennoy zagryazneniya okruzhayushchei srede. *Sovershenstvovanie mashin i oborudovaniya v sel'skom khozyaistve Zapadnoi Sibiri* [Improvement of machines and equipment in Western Siberia agriculture]. Omsk, 2001, pp. 55-58. [in Russian]

16. Frimel' G. *Immunologicheskie metody* [Immunologic methods]. Moscow, 1987, pp. 354-365. [in Russian]

INFLUENCE OF CITY NOISE ON DEVELOPMENT OF IMMEDIATE-ONSET ALLERGY

O. A. Lycheva, R. S. Galiev

Volzhsy University, Togliatti, Russia

Peculiarities of development of immediate-onset allergy in conditions of city noise with mean intensity of 90dB have been studied in a group of experimental animals - sexually mature guinea-pigs. It has been shown that hypersusceptibility to city noise contributed to much stronger allergy in the experimental group of the animals compared to the control group. The dynamics was defined by shifts in the immune system and factors of body nonspecific protection. It has been revealed that city noise led to T- and B- lymphocytes content reduction in peripheral blood as well as to neutrophils' inactivation. That is, city noise caused secondary immunodeficiency that increased allergy aggravation.

Keywords: city noise, allergy, immunity, lymphocytes, phagocytosis, secondary immunodeficiency

Контактная информация:

Лычёва Ольга Анатольевна – аспирант Волжского университета им. В. Н. Татищева, преподаватель Тольяттинского социально-экономического колледжа

Адрес: 445012, Самарская область, г. Тольятти, ул. Мухоморова, д. 61

Тел. (8848) 255-67-89

E-mail: lycheva.olga@mail.ru