

## МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ГОРОДСКОГО ШУМА НА ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ НЕМЕДЛЕННОГО ТИПА

Лычева О.А.

*ОАНО ВПО «Волжский университет им. В.Н. Татищева», Тольятти, Россия (445667, г. Тольятти, ул. Ленинградская, 16), [info@vuit.ru](mailto:info@vuit.ru)*

---

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 сенсибилизация 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.

### MECHANISM OF ACTION OF THE CITY OF NOISE IMMEDIATE NYPE HYPERSENSITIVITY

Lycheva O.A., Galiev R.S.

*Volzhsky University, Togliatti, Russia, (445667, Togliatti, street Leningrad, 16), [info@vuit.ru](mailto:info@vuit.ru)*

The peculiarities of the development of immediate type allergic reaction in conditions of city noise with average intensity of 90dbA have been studied on the group of experimental animals like guinea-pigs. It is proved that the sensitivity to city noise was promoted much stronger allergic reactions in the experimental group of animals than in the control one. The dynamics is defined by shifts in immune system and factors of nonspecific protection of an organism. It is revealed that city noise leads to quantity reduction of T- and B-lymphocytes in peripheral blood, and also to suppression of functional activity of neutrophils. Taking everything into account, city noise causes the secondary immunodeficiency that increases an allergic reaction.

Keywords: city noise, allergic reaction, immunity, lymphocytes, phagocytosis, secondary immunodeficiency.

### *Введение*

По данным ВОЗ, аллергические заболевания 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 росту. Причем в большинстве случаев аллергия протекает по немедленному типу [8].

Одной из основных причин увеличения заболеваемости этой патологией являются условия жизни современного человека, которые изменяют реактивность организма. К этим условиям обычно относят: загрязнение окружающей среды, широкое применение химических препаратов в быту и другие [2]. 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

наносит значительный вред здоровью. Накоплены убедительные данные о воздействии шума на иммунную, сердечно-сосудистую, эндокринную и нервную системы, а также на метаболическую активность организма [4; 6]. 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 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.

### ***Цель работы***

Изучение влияния городского шума интенсивностью 90 дБА на развитие гиперчувствительности немедленного типа.

### ***Материал и методы исследования***

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: контрольную и опытную. В каждой группе было по 24 животных. Контрольная группа животных находилась на протяжении эксперимента в условиях относительной тишины, а опытная – ежедневно в течение 45 суток подвергалась получасовому акустическому воздействию (городскому шуму) со средней интенсивностью 90 дБА.

Все животные на 30-е сутки эксперимента были сенсибилизированы. Для этого животным обеих групп подкожно вводили по 0,1 мл раствора овальбумина. До начала эксперимента и на 12-е сутки сенсибилизации из ушной краевой вены забиралась кровь для анализов, а на 15-е сутки вызывалась АКА 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 приобретает синий цвет.

Динамику суммарного содержания антител оценивали по количеству белка в сыворотке крови [7]. Титр аллергических антител класса Ig E определяли экспериментальным методом на белых морских свинках [10].

Изучение состояния иммунитета проводилось определением содержания Т- и В-лимфоцитов в периферической крови, фагоцитарной активности нейтрофилов (ФАН), среднего фагоцитарного индекса (СФИ) [3], суммарного эффекта фагоцитоза (СЭФ), а также оценкой ферментативной активности нейтрофилов по НСТ-тесту [9]. Содержание

T- и B-лимфоцитов определяли методом розеткообразования. Фагоцитарная активность нейтрофилов определялась по способности нейтрофилов фагоцитировать частички латекса.

Кроме того, проводились гематологические исследования с вычислением коэффициента адаптации по формуле [5]:

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

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

Все данные подвергнуты вариационно-статистической обработке с помощью программы Statgrafics 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 средних и стандартные отклонения. Достоверность различий средних оценивалась по критерию Стьюдента.

### ***Результаты исследования***

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 контрольной группе (табл. 1). Так, интенсивность АКА в опытной группе была в 1,38 раза выше ( $P = 0,008$ ), чем в контрольной.

**Таблица 1 – Интенсивность аллергической реакции немедленного типа в условиях воздействия городского шума, ( $X \pm m$ )**

Показатели	Сенсибилизированные	
	Контроль, n = 24	Опыт, n = 24
1. Продолжительность общей аллергической реакции, мин	70,3± 5,8	83,6± 6,3
2. Интенсивность АКА, усл. ед.	20,3± 1,7	28,1± 2,1*

\* – различия статистически достоверны относительно контроля.

Для выявления причины изменения интенсивности АКА в опытной группе определили содержание аллергических Ig E в сыворотке крови (табл. 2)

**Таблица 2 – Влияние городского шума на содержание Ig E – антител сенсибилизированных морских свинок**

Группы	Контроль, n = 24	Опыт (шум), n = 24
Содержание Ig E – антител, усл.ед.	8,7±1,9	19,5±1,6*

\* – различия статистически достоверны относительно контроля.

Из таблицы 2 видно, что содержание Ig E – антител сенсibilизированных морских свинок в условиях шума возрастает по отношению к контрольной группе в 2,24 раза ( $P < 0,001$ ).

Результаты определения общего белка в сыворотке крови представлены в табл. 3.

**Таблица 3 – Влияние городского шума на содержание общего белка в сыворотке крови у сенсibilизированных морских свинок**

Группы	Общий белок сыворотки крови, г/л
Контроль	49,8±3,1
Опыт (шум)	40,7±2,5*

\* – различия статистически достоверны по отношению к контрольной группе.

В процессе адаптации морских свинок к городскому шуму уровень общего белка сыворотки крови достоверно снижается в 1,22 раза ( $P = 0,004$ ).

Результаты гематологических исследований представлены в таблице 4. Из таблицы видно увеличение количества лейкоцитов в 1,58 раза ( $P = 0,041$ ) после сенсibilизации в контрольной группе и снижение в 1,61 раза ( $P = 0,004$ ) в условиях шума. То есть лейкоцитоз на воздействие антигена в контрольных условиях сменяется лейкопенией в условиях хронического воздействия шума.

**Таблица 4 – Динамика гематологических показателей сенсibilизированных морских свинок в условиях воздействия городского шума, ( $\bar{X} \pm m$ )**

Группы	До эксперимента, n = 48	Сенсibilизированные	
		Контроль, n = 24	Опыт, n = 24
Содержание лейкоцитов, $\times 10^9/\text{л}$	9,2 ± 0,7	14,1 ± 2,2*	5,9 ± 0,8***
Нейтрофилы, % $\times 10^9/\text{л}$	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, % $\times 10^9/\text{л}$	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, %	0,6 ± 0,05	2,7±0,3	1,3±0,2

\* – различия статистически достоверны по отношению до эксперимента;

\*\* – по отношению к контрольной группе.

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

Адаптивные реакции морских свинок к городскому шуму оценивались также по коэффициенту адаптации (табл. 5). Из таблицы видно, что показатели коэффициентов адаптации отличаются в зависимости от условий эксперимента.

**Таблица 5 – Динамика коэффициента адаптации сенсibilизированных морских свинок в условиях воздействия городского шума, ( $X \pm m$ )**

Показатели	До эксперимента, n = 48	Сенсibilизированные	
		Контроль, n = 24	Опыт, n = 24
К ад.	1,22 ± 0,03	1,41 ± 0,04*	1,54 ± 0,04***

\* – различия статистически достоверны по отношению до эксперимента;

\*\* – по отношению к контрольной группе.

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 (таблицы 5, 6).

Из таблицы 6 следует, что относительные показатели содержания Т-, В-, О-лимфоцитов достоверно не отличаются в сенсibilизированных группах и по отношению к группе до эксперимента. А 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 Т-лимфоцитов в 1,99 ( $P < 0,001$ ) раза. При сравнении данных опытных и контрольных групп 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 6 – Динамика содержания Т-, В-, О-лимфоцитов в периферической крови сенсibilизированных морских свинок в условиях городского шума, ( $X \pm m$ )**

Показатели	До эксперимента, n = 48	Сенсibilизированные	
		Контроль, n = 24	Опыт, n = 24

Т-, % x 10 <sup>6</sup> /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-, % x 10 <sup>6</sup> /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-, % x 10 <sup>6</sup> /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

\* – различия статистически достоверны по отношению до эксперимента;

\*\* – по отношению к контрольной группе.

Из таблицы 7 следует, что относительное содержание фагоцитарно активных нейтрофилов при сенсibilизации в контрольных и опытных группах не изменяется. 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 СЭФ повышается, а в условиях городского шума снижается, соответственно в 1,61 (P = 0,016) и 1,31 (P = 0,038) раза.

**Таблица 7 – Динамика функциональной активности сенсibilизированных морских свинок в условиях городского шума, (X ± m)**

Показатели	До эксперимента, n = 48	Сенсibilизированные	
		Контроль, n = 24	Опыт, n = 24
ФАН, %	48,4 ± 3,1	42,7 ± 3,9	50,1 ± 4,1
ФИ	5,2 ± 0,4	6,7 ± 0,5*	7,2 ± 0,7*
СЭФ, x10 <sup>6</sup> /л	10,1 ± 0,9	16,3 ± 2,2 *	7,7 ± 0,6 ***
НСТ <sup>+</sup> - клетки, % x 10 <sup>6</sup> /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***

\* – различия статистически достоверны по отношению до эксперимента;

\*\* – по отношению к контрольной группе.

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

### **Обсуждение результатов исследования**

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 развитие

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 [8].

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 физиолого-гигиенические 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 [6].

Известно, что аллергические заболевания или реакции, независимо от условий, в которых они протекают, имеют три стадии развития: иммунологическую, патохимическую и патофизиологическую [8]. 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.

Причинами, способствующими у опытных животных увеличению силы аллергической реакции, по-видимому, являются адаптивные изменения в защитных механизмах организма, как в иммунной системе, так и в неспецифических факторах защиты.

А именно: при сенсibilизации в условиях городского шума у животных увеличивается синтез аллергических антител – Ig E (табл. 2). То есть в условиях шума наблюдается активация иммунологической стадии аллергической реакции. Причём повышение синтеза Ig E – антител, в условиях шума, видимо, происходит на фоне снижения синтеза нормальных Ig M, IgG – антител. О снижении этих антител можно судить по снижению общего белка в сыворотке крови в условиях шума (табл. 3).

Динамика гематологических показателей в условиях городского шума характерна для стресс-реакции (табл. 4). Сравнивая данные таблицы 5 с критериями коэффициента адаптации, установили, что опытная группа животных находится в состоянии хронического стресса, а контрольная – в состоянии активности [5]. Известно, что стресс,

независимо от факторов, его вызывающих, способствует подавлению иммунной системы и показателей неспецифической защиты организма. Из таблицы 6 видно, что если в контрольной группе сенсibilизация сопровождается увеличением числа Т- и В-лимфоцитов в периферической крови, то в опытной группе происходит, наоборот, снижение этих показателей. Такую же картину наблюдаем и со стороны клеток неспецифической защиты – нейтрофилов (табл. 7).

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 [8].

### **Выводы**

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

2. Выявлено, что городской шум способствует активации иммунологической стадии аллергической реакции.

3. Сенсibilизация животных в условиях городского шума происходит на фоне вторичных иммунодефицитных состояний, а именно снижения количества Т- и В-лимфоцитов, функциональной активности нейтрофилов, а также снижения общего количества белка в сыворотке крови.

### **Список литературы**

1. Адо А.Д. [и др.] Патологическая физиология // Учебник для медицинских вузов. – М. : ТриадаХ, 2000. – С. 181–201.
2. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Проблема загрязнения воздуха. Крупнейшие города России // Инженерные системы АВОК. – 2002. – № 3. – С. 35–36.
3. Бердиев Н.Б., Адамчук Л.В., Галиев Р.С. Точная формула для расчета среднего фагоцитарного индекса при учете стадий фагоцитоза // Здравоохр. Таджикистана. – 1990. – № 2. – С. 82–83.
4. Богомильский М.Р. [и др.] Воздействие звуковых сигналов высокой интенсивности на слуховой анализатор // Вестник оториноларингологии. – 2005. – № 5. – С. 36–39.
5. Григорова О.П. Лимфоидная реакция как один из показателей реактивности организма в динамике инфекционного процесса // Охрана материнства. – 1963. – № 10. – С. 50–55.



6. Измеров Н.Ф, Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Человек и шум. – М. : ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 188 с.
7. Меньшиков В.В., Делекторская Л.М. Методы клинической биохимии // Лабораторные методы исследования в клинике. – М. : Медицина, 1987. – 365 с.
8. Пыцкий В.И., Адрианова Н.В., Артомасова А.В. Аллергические болезни. – М. : Медицина, 1999. – С. 217–219.
9. Фримель Г. Иммунологические методы. – М. : Медицина, 1987. – С. 354–365.
10. Parish W.E. // J. Immunol. – 1970. – Vol. 105. – P. 1296–1298.

**Рецензенты:**

Власов В.Н., д.м.н., профессор кафедры адаптивной физической культуры Тольяттинского государственного университета, г. Тольятти.

Галлиев Р.С. д.б.н., профессор кафедры биоэкологии Волжского университета имени В.Н. Татищева (института), г. Тольятти.