

УДК: 61.616.9

ПАТОЛОГИЯ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМОВОГО И ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

© 2013 К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Г.И. Хаттарова

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения, г. Пермь

Поступила в редакцию 02.10.2013

Проведено исследование связи загрязнения среды обитания комплексом химических и шумовых факторов с распространенностью у детей нарушений слуховой функции. Выявлено снижение уровня слухового восприятия у детей, проживающих в условиях влияния факторов производственного процесса аэропорта. Установлены клиничко-функциональные особенности манифестации нарушений слуховых функций, доказана их связь с повышенным содержанием в крови марганца, бензола и толуола.

Ключевые слова: *дети, шум, среда обитания, аэропорт, слуховой анализатор, слуховые функции*

В последние годы отмечается устойчивая тенденция к росту заболеваний органов слуха, прежде всего связанных с поражением звуковоспринимающего аппарата. В Российской Федерации 12 млн. взрослых и 600 тыс. детей и подростков страдают тугоухостью и глухотой. По данным государственной статистической отчетности за последние 6 лет в РФ рост у детей впервые выявленных болезней уха и сосцевидного отростка составил 17% и достиг в 2011 г. уровня – 5521,1 сл/на 100 000 детского населения, при этом на долю кондуктивной и нейросенсорной тугоухости приходилось 11,5 и 21,2 сл/на 100 000 детского населения соответственно. Наиболее остро проблема снижения слуха стоит на территориях, характеризующихся комплексным негативным воздействием химических и шумового факторов, к которым в первую очередь относятся районы производственной деятельности крупных авиационных узлов, в зоне которых в Российской Федерации проживает до 1,5 млн. человек. Суммарная площадь районов, охваченных негативным воздействием «авиационных факторов», оценивается в 5,8 тыс.км² [1, 5, 6-12, 15].

Хроническое воздействие шумового фактора способствует развитию нарушений ионного гомеостаза в улитке, вызывает нарушение функционирования наружных волосковых клеток, ведёт к дегенеративным изменениям в фиброцитах спирального лимба. Как следствие развивается повреждение микрососудов улитки, что приводит к изменениям сосудистой проницаемости, стазу и локальной

ишемии. Вовлечение в патологический процесс вегетативной нервной системы в ответ на комплексное воздействие шумового и химических факторов ведёт к развитию нейровегетативных нарушений с гиперсимпатикотоническим типом реактивности, усиливает локальную вазоконстрикцию капиллярной сети, нарушает трофические процессы во внутреннем ухе или в улитке, что способствует формированию сенсоневральных нарушений слуха. Для дошкольного и школьного детского населения характерно преобладание кондуктивных форм нарушения слуховой функции на фоне хронических и рецидивирующих воспалительных процессов в звукопроводящей системе наружного и среднего уха, наличия локальных нестерилизованных очагов инфекции [1-3, 5, 8,11-14]. Анализ литературных данных показал, что в условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов с нейротоксическим эффектом (марганец, бензол и толуол), шум, даже на уровнях, близких к допустимым, потенцирует их негативное влияние [2, 4, 10]. Ранее выполненные исследования не в полном объеме характеризуют санитарно-гигиенические и клиничко-функциональные особенности возникновения, развития и течения функциональной патологии слухового анализатора у детей в условиях комплексного воздействия техногенных факторов крупного авиационного узла [1, 5, 9, 11, 13].

Цель исследования: выявить особенности нарушения слуховой функции у детей, проживающих в зоне влияния аэропорта и изучить их связь с воздействием комплекса физических (шум) и химических (марганец, бензол, толуол) техногенных факторов.

Методы исследования: клиничское обследование, комплекс лабораторных, инструментальных, химико-аналитических методов исследования. Группу наблюдения составили 76 детей в возрасте 4-7 лет, постоянно проживающих в зоне влияния аэропорта и посещающих детские

Лужецкий Константин Петрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности, E-mail: nemo@fcrisk.ru

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности. E-mail: ustinaova@fcrisk.ru

Маклакова Ольга Анатольевна, кандидат медицинских наук, заведующая консультативно-поликлиническим отделением. E-mail: olga_mcl@fcrisk.ru

Хаттарова Гульнара Ильдусовна, врач отоларинголог

дошкольные образовательные учреждения (ДОУ), расположенные на границе с санитарно-защитной зоной (СЗЗ) (зона наблюдения 1) и на незначительном удалении от аэропорта в районе глиссады самолетов (зона наблюдения 2). В качестве группы сравнения обследовано 45 детей, проживающих на городской рекреационной территории вне зоны влияния аэропорта (зона наблюдения 3). Исследованные группы детей были сопоставимы по гендерному и возрастному критерию.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха на территориях проживания детей проводилась на основании результатов натурных исследований, проведенных в период 2007-2012 гг. и сформированных в виде массива максимально-разовых концентраций (мг/м³). Оценка уровня шумового воздействия выполнялась на основании данных инструментальных измерений за период с 2007 по 2012 гг. и результатов расчета уровней эквивалентного и максимального шума. Оценка состояния здоровья изучаемых групп детей включала: анализ медицинских карт (форма № 026/у-2000), результатов углубленного осмотра врачами-

специалистами (педиатр, невролог, отоларинголог). Содержание химических веществ в крови (Mn) исследовано методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500сх; определение ароматических углеводородов проведено газохроматографическим методом на хроматографе «Кристалл 5000». Оценка функционального состояния слухового анализатора выполнена 47 детям и включала определение порогов слышимости по воздушному и костному звукопроводению с помощью автоматизированного аудиометра «АА-02» и программы регистрации «Слух» (регистрационное удостоверение №ФС 022а1612/3581-06).

Результаты исследования. В ходе изучения уровня шумового воздействия было установлено, что максимальные и среднемноголетние показатели шума на всех исследуемых территориях превышали гигиенические нормативы (табл. 1), при этом наибольшей зашумленностью характеризовалась территория на границе СЗЗ аэропорта (зона 1), где шумовое воздействие на 30% превышало допустимый уровень ($p \leq 0,05$).

Таблица 1. Уровни шума на исследованных территориях, 2007-2012 гг. (дБ)

Показатель	Зона 1	Зона 2	Зона 3	ПДУ
Уровни максимального шума *	90,0	78,6	75,7	70,0
Эквивалентные уровни**	66,57±7,25	61,5±6,02	59,9±6,01	55,0

Примечание: * – максимальные значения, ** – средние значения

При анализе качества атмосферного воздуха по данным натурных исследований содержания марганца, бензола и толуола выявлено отсутствие нарушений гигиенических нормативов (ПДКм.р.) на всех исследуемых территориях. В тоже время, в

атмосферном воздухе зон 1 и 2, находящихся в зоне влияния аэропорта, содержание марганца, бензола и толуола в 2,9-17,0 раза превышало ($p \leq 0,05$) аналогичные показатели территории сравнения (зона 3) (табл. 2).

Таблица 2. Максимальные из разовых и среднемноголетние концентрации марганца, бензола и толуола в атмосферном воздухе исследуемых территорий, 2007-2012 гг.

Вещество	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	Максимальная разовая концентрация, доли ПДК _{м.р.}			ПДК _{с.с} , мг/м ³	Среднемноголетняя концентрация, доли ПДК _{с.с.}		
		зона 1	зона 2	зона 3		зона 1	зона 2	зона 3
марганец	0,01	0,37*	0,51*	0,1	0,01	1,21*	0,88	1,00
бензол	0,3	0,32*	0,19*	0,07	0,10	0,21	0,17	0,20
толуол	0,6	0,09*	0,53*	0,03	-	-	-	-

Примечание: *- достоверность различия с зоной 3 ($p \leq 0,05$)

Анализ заболеваемости детского населения болезнями уха и сосцевидного отростка, вероятно опосредованными воздействием шумового фактора, не выявил достоверных различий между исследуемыми зонами ($p \geq 0,05$), вместе с тем случаи кондуктивной и нейросенсорной потери слуха были отмечены только у детей анализируемой зоны 1 (показатель составил 0,02 на 1000 населения). Изучение фактической заболеваемости детского населения, по данным ФОМС, показало, что болезни уха и сосцевидного отростка у детей, проживающих в непосредственной близости к СЗЗ аэропорта (66,04±0,054%), регистрируются достоверно в 1,2 раза чаще, чем на территории сравнения (54,39±0,051%) (табл. 3).

Таблица 3. Заболеваемость детского населения болезнями уха и сосцевидного отростка по данным ФОМС, (%)

Зона 1	Зона 2	Зона 3
66,04±0,054*	31,03±0,155*	54,39±0,051

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3 $p \leq 0,05$

Расчет величины относительного риска (OR), как показателя наличия причинно-следственной связи между заболеваемостью населения и проживанием в условиях воздействия комплекса химических и шумового факторов производственной деятельности аэропорта, позволил

установить, что у детей из зон техногенного загрязнения (зона 1 и 2) вероятность возникновения болезней уха и сосцевидного отростка в 1,2 раза выше (OR=1,12; ДИ=1,03-1,22), чем у детей из зоны сравнения (зона 3).

По данным анкетирования родителей, дети группы наблюдения испытывали беспокойство, тревогу или раздражение из-за внешнего шума в 1,1 раза чаще в дневное время (37,4%) и в 1,7 раз чаще в ночное время (31,8%), чем в группе сравнения, при этом 20,8% оценивали силу эмоциональных ощущений ребёнка, на высоком уровне (более 5 баллов, по 10-балльной шкале) ($p < 0,05$). В качестве источников внешнего шума, вызывающих наибольшее раздражение детей в дневное время, родители группы наблюдения в 37,5% случаев на первое место поставили полеты самолетов, тогда

как респонденты группы сравнения не выбрали данный источник шума как наиболее значимый, указав таковым в 75% случаев шум от промышленных предприятий. В качестве источников внешнего шума, вызывающих наибольшее раздражение детей в ночное время 70% родители группы наблюдения на первые три места ставят полеты самолетов, тогда как, по мнению респондентов группы сравнения, их детей в большей степени беспокоят шумы, исходящие от соседей, животных или наземного транспорта.

Содержание марганца, бензола и толуола в крови детей группы наблюдения 1 (зона 1) достоверно превышало аналогичные показатели группы сравнения (зона 3) и фоновый уровень ($p \leq 0,001$) (табл. 4).

Таблица 4. Содержание химических веществ в крови обследованных детей ($M \pm m$, мкг/см³)

Показатель	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Фоновый уровень
марганец	0,0160 ± 0,0001*	0,0140 ± 0,001	0,0130 ± 0,002	0,0099 ± 0,0006
бензол	0,0020 ± 0,0004*	0,0018 ± 0,0003*	0,0012 ± 0,0008	0,00 ± 0,00
толуол	0,0054 ± 0,0002*	0,0044 ± 0,0004*	0,0036 ± 0,0008	0

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3 $p \leq 0,05$

В результате комплексного клинического обследования детей установлено, что в структуре выявленных заболеваний во всех группах наблюдения преобладала функциональная патология нервной системы – 72,9%, второе и третье ранговые места занимали болезни органов дыхания и пищеварения – 17,7% и 8,5% соответственно. При проведении сравнительного анализа выявлено, что в группах наблюдения (зона 1, 2) в 1,8 раза чаще, чем в группе сравнения (зона 3) диагностировались заболевания нервной системы, в 1,5 раза патология

органов дыхания, в 1,3 раза заболевания уха и сосцевидного отростка ($p < 0,05$) (табл. 5). Основными нозологическими формами заболеваний уха и сосцевидного отростка выступали – двусторонняя кондуктивная тугоухость у 3,4% и острый средний серозный отит у 1,3% обследованных детей ($p < 0,05$) (табл. 6). В ходе клинического осмотра у 5,6% детей, проживающих на границе СЗЗ аэропорта (зона 1), диагностирована двусторонняя кондуктивная тугоухость, в группе сравнения (зона 3) данной патологии не зафиксировано ($p < 0,05$).

Таблица 5. Классы основных заболеваний по результатам углубленных обследований, %

Нозология	Зона 1	Зона 2	Зона 3
заболевания органов дыхания	21,7*	11,8	12,0
заболевания нервной системы	69,6*	88,0*	40,0
заболевания системы пищеварения	8,7*	-	44,0
заболевания эндокринной системы	2,8	-	-
заболевания уха и сосцевидного отростка	5,1*	5,9*	4,0
здоров	-	-	4,0

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3 $p \leq 0,05$

Таблица 6. Основные нозологические заболевания органов слуха у детей по результатам углубленных обследований, %

Нозология	Зона 1	Зона 2	Зона 1+2	Зона 3
кондуктивная потеря слуха двусторонняя	5,6*	0,0	3,4*	0,0
острый средний серозный отит	1,7*	0,0	1,3*	4,0

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3 $p \leq 0,05$

При проведении исследования функционального состояния слухового анализатора методом тональной аудиометрии в группе наблюдения среднегрупповые показатели соответствовали возрастным нормативам, значения порогов слышимости на речевых частотах составляли – 12,7 дБ (табл.

7). Рельеф тональной аудиограммы характеризовался повышением порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот, достигая максимальных значений на речевых частотах 125-1500 Гц, что, вероятно, обусловлено наличием на территории жилой застройки низкочастотного

широкополосного шума с инфразвуковой составляющей. У 30,3% детей группы наблюдения (зона 1 и 2) выявлено повышение порогов слышимости по воздушному звукопроведению более 25дБ, на фоне умеренного снижения (<10 дБ) по костному звукопроведению, что может свидетельствовать о формировании тугоухости лёгкой степени по смешанному типу. Средние значения порогов звуко-

восприятия на речевых частотах в группах наблюдения в 1,3-1,4 раза превышали показатели группы сравнения, число детей с лёгкими нарушениями слуховой функции диагностировалось в 4,3 раза чаще, при этом наиболее значимое снижения уровня слуха до 9,7дБ, регистрировалось в зоне 1 максимально приближенной к СЗЗ авиаузла ($p < 0,05$).

Таблица 7. Среднегрупповые показатели аудиометрии у исследованных детей, Гц

Частота, Гц	Зона 1	Зона 2	Зона 1+2	Зона 3
125	23,5*	21,1*	20,8*	13,8
250	22,3*	20,9	19,7*	14,7
500	22,5	21,4	20,4	16,7
750	15,8*	17,0*	14,8	11,5
1000	16,7*	15,0	14,7*	10,3
1500	9,6	11,1*	9,5*	6,2
2000	7,9	9,8	8,6	6,8
3000	10,0	5,7	7,9	5,8
4000	6,5	8,9	7,1	6,2
6000	9,4	13,9	10,4	11,8
8000	15,6	13,6*	15,3	20,7
Средние значения порогов звуковосприятия на речевых частотах: 500, 1000, 2000, 4000 Гц	13,4*	13,8*	12,7*	10,0

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3 $p \leq 0,05$

Таблица 8. Параметры моделей зависимости содержания химических веществ в биосредах с показателями аудиометрии

Показатель	Частота, Гц	b0	Ошибка	b1	Ошибка	F	P	R ²
марганец	250	1,44	0,01	168,66	506,91	56,12	0,00	0,43
марганец	500	1,41	0,00	233,05	325,24	166,99	0,00	0,69
марганец	1500	0,06	0,00	86,19	266,56	27,87	0,00	0,27
бензол	1000	0,94	0,00	171,80	163,52	180,51	0,00	0,71
бензол	1500	0,21	0,00	255,34	22,29	2924,47	0,00	0,98
бензол	2000	0,48	0,00	242,37	544,18	107,94	0,00	0,60
толуол	2000	-0,15	0,00	46,60	9,18	236,65	0,00	0,75
толуол	3000	-0,47	0,00	126,58	167,40	95,71	0,00	0,55

В группе наблюдения установлены причинно-следственные связи увеличения в крови детей содержания марганца, бензола и толуола с повышением порогов восприятия звуков по воздушному звукопроведению с коэффициентом детерминации R² от 0,26 до 0,98, имеющие высокую статистическую достоверность ($p < 0,001-0,00001$) (табл. 8). При увеличении в крови детей содержания марганца, бензола и толуола отмечается повышением порогов восприятия звуков по воздушному звукопроведению на частотах от 250 до 3000 Гц ($p < 0,0001$)

Выводы:

1. Комплексное воздействие химических и шумового факторов, обусловленное производственной деятельностью аэропорта, повышает уровень распространенности у обследованных детей болезней уха и сосцевидного отростка в 1,3 раза.
2. Выявленные у 30,3% детей, проживающих условиях комплексного воздействия химических и

шумового факторов производственного процесса аэропорта, лёгкие нарушения слуховой функции по смешанному типу могут свидетельствовать о наличии ранних, донозологических изменений функционального состояния слухового анализатора.

3. Средние значения порогов звуковосприятия на речевых частотах в группах наблюдения в 1,3-1,4 раза превышали показатели группы сравнения, число детей с лёгкими нарушениями слуховой функции диагностировалось в 4,3 раза чаще, при этом наиболее значимое снижения уровня слуха до 9,7дБ, регистрировалось в группах максимально приближенных к СЗЗ авиаузла ($p < 0,05$).

4. Установлены причинно-следственные связи увеличения в крови детей исследуемой группы содержания марганца, бензола и толуола с повышением порогов восприятия звуков по воздушному звукопроведению на частотах от 250 до 3000 Гц с коэффициентом детерминации R² от 0,26 до 0,98 ($p < 0,001-0,00001$).

5. Обследованные дети с заболеваниями органов слуха, проживающие в условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов крупного авиационного узла, нуждаются в дополнительном диспансерном наблюдении участкового педиатра, отоларинголога и невропатолога, проведении целевых программ профилактики и реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Бабияк, В.И.* Нейрооториноларингология: Руководство для врачей / *В.И. Бабияк, В.Р. Гофман, Я.А. Накатис.* – СПб: Гиппократ, 2002. 728 с.
2. *Бобылев, О.В.* Воздействие авиационного шума на здоровье населения в условиях комплексного техногенного загрязнения среды обитания. Дисс. в виде научного доклада на соискание ученой степени к.м.н. – М., 1997. 78 с.
3. *Загорянская, М.Е.* Эпидемиология нарушений слуха у детей / *М. Е. Загорянская, М.Г. Румянцова* // Дефектология. 2005. № 6. С. 14-20.
4. *Зайцева, Н.В.* К вопросу установления и доказательств вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания / *Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн* // Анализ риска здоровью. 2013. №2. С. 14-27.
5. *Зинкин, В.Н.* Авиационный шум: специфические особенности биологического действия и защиты / *В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, И.М. Ахметзянов, П.М. Шешегов* // Авиакосм. и эколог. медицина. 2012. Т.46, №2. С.9-16.
6. *Измеров, Н.Ф.* Человек и шум / *Н.Ф. Измеров, Г.А. Суворов, Л.В. Прокопенко.* – М:ГЕОТАР-МЕД, 2001. 384 с.
7. *Май, И.В.* Подход к оценке риска возникновения нарушения здоровья под воздействием шума / *И.В. Май, М.Ю. Цинкер, В.М. Чигвинцев, Д.Н. Кошурников* // Здоровье населения и среда обитания. 2011. № 10. С. 10-12.
8. *Попова, Т.В.* Особенности формирования состояния здоровья детского населения при сочетанном воздействии химических и физических факторов автореф. Автореферат дис. ... канд. мед. наук. – М., 2009. 20 с.
9. *Почакаева, Е.И.* Влияние аэропортов на здоровье населения // Здоровоохранение Российской Федерации. 2008. № 2. С. 54-56.
10. *Путилина, А.П.* Гигиеническая оценка авиационного шума и его нормирование. Дисс. на соискание уч. степ. канд. мед. наук. – М., 1975. С.75-92.
11. *Солдатов, С.К.* Человек и авиационный шум / *С.К. Солдатов, В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, Ю.А. Кукушкин.* – М.: Новые технологии, 2012. 24 с.
12. *Фокин, М.В.* Оценка риска для здоровья населения от воздействия авиационного шума / *М.В. Фокин* и др. // Гигиена и санитария. 2009. №5. С. 29-32.
13. *Holland, W.W.* Effects of air pollution on children // Pediatrics. 1974. V. 53, N5. Part 2. P. 839-841.
14. *Podoshin, L.* Pediatric and Geriatric Tinnitus / *L. Podoshin, J. Ben-David, C. Teszler* // Int. Tinnitus J. 1997. V. 3(2). P. 101-103.
15. *Tamaskar, P.* Preventive attitudes and beliefs of deaf and hard-of-hearing individuals / *P. Tamaskar, T. Mallia et al.* // Arch. Fam. Med. 2000. V. 9 (6). P. 518-525, disc. 526.

PATHOLOGY OF ACOUSTIC ANALYZER AT CHILDREN, LIVING IN CONDITIONS OF COMPLEX NOISE EXPOSURE AND CHEMICAL FACTORS

© 2013 К.Р. Luzhetskiy, O.Yu. Ustinova, O.A. Maklakova, G.I. Hattarova

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm

The research of interrelations between the environmental pollution by complex chemical and noise factors and the prevalence of disorders at children auditory function was made. The reduction in the level of auditory perception at children, living under the influence of airport manufacturing factors are shown. The clinical and functional features of violations the auditory functions are established, proved their relationship with higher content of manganese, benzene and toluene in blood.

Key words: *children, noise, environment, airport, acoustic analyzer, auditory functions*

Konstantin Luzhetskiy, Candidate of Medicine, Associate Professor at the Department of Human Ecology and Life Safety. E-mail: nemo@fcrisk.ru

Olga Ustinova, Doctor of Medicine, Professor at the Department of Human Ecology and Life Safety. E-mail: ustinova@fcrisk.ru

Olga Maklakova, Candidate of Medicine, Chief of the Consultative Polyclinical Department. E-mail: olga_mcl@fcrisk.ru

Gulnara Khattarova, Doctor Otolaryngologist