

항공기 소음이 지역 주민들에게 미치는 건강영향

아주대학교 산업의학과, 아주대학교 의과대학 정신과학교실¹, 예방의학교실²,
안산 중앙병원 해부병리과³

이경종 · 박재범 · 장재연 · 조선미¹ · 이세휘 · 김종구 · 이순영² ·곽정자³ · 정호근

— Abstract —

Health Effects of Aircraft Noise on Residents Living Near an Airport

Kyung Jong Lee, Jae Beom Park, Jae-Yeon Jang, Sun Mi Cho¹, Se Wi Lee
Jong Goo Kim, Soon Young Lee², Jong Ja Kwak³, Ho Keun Chung

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Department of Psychiatry¹,
Department of Preventive Medicine & Public Health², Ajou University, School of Medicine,
Department of Pathology, Ansan Hospital³*

Objectives : This study was conducted to reveal the health effects of aircraft noise on the residents live near the military airport.

Methods : We sampled systematically 87 residents as the high exposed group, 58 residents as the low exposed group according to the geographical distance from the airport. We also sampled 67 residents as the control group lived far from the airport. Noise levels were measured for conform the exposures. Self-administered questionnaires for symptoms, air conduction hearing threshold level, blood pressure blood cholesterol with health examinations, and SCL-90-R were introduced to get the data from the residents.

Results : The Ld/n at the area near the airport was 72.4 dB, however that of control area was 67.7 dB. The value of pure tone average, high pure tone average, and threshold of 4,000 Hz were decreased with exposure level significantly. Linear regression analysis showed that the noise exposure level of the airport was related to the hearing threshold at pure tone average, threshold of 4,000 Hz, and high pure tone average. The systemic and diastolic blood pressure showed dose-response relationship with noise exposure. The prevalence of hypertension was higher in exposed group, but not statistically significant. In linear regression, noise level was related to systolic and diastolic blood pressure with other variables such as age, sex, BMI(Body Mass Index), and family history of hypertension. SCL-90-R showed that exposed group had higher score significantly in neurotic and psychologic variable and felt the various somatic symptoms.

Conclusions : These results suggest that aircraft noise would influence hearing loss at low frequencies as well as 4,000 Hz and higher frequencies, systolic and diastolic blood pressure, and psychological response.

Key Words : Aircraft noise, Hearing loss, Blood pressure, Psychological response

〈접수일 : 1999년 7월 2일, 채택일 : 1999년 11월 6일〉

교신저자 : 이 경 종 (Tel : 0331-219-5292) E-mail : leekj@madang.ajou.ac.kr

서 론

산업화와 기술의 발달에 따라 사회환경에서 소음을 발생시키는 원인들이 증가하고 있다. 특히 작업장에서 발생하는 소음뿐만 아니라 교통 소음이나 항공기 소음 등 일상적으로 접하는 소음이 늘어나고 있는데 일정 수준 이상의 소음에 노출되면 청력손실과 심혈관계 영향, 수행행동능력 장애, 수면 장애, 대화 방해 등 건강과 일상생활에 영향을 받는다(Wickrama, 1969; Matthews 등, 1987; Stansfeld, 1992; Horne 등, 1994).

항공기 소음은 간헐적으로 불규칙하게 노출되는 특징을 가지고 있어서 일반 주민들이 높은 수준의 소음에 노출되지만 작업장에서 근로자들에게 노출되는 소음에 비하여 상대적으로 많은 관심을 받지 못하였다. 그러나 항공기 소음에 영향을 받는 일반 주민들 중에는 연소자, 노인, 병약자 등이 포함되어 있어 비교적 건강한 연령층인 근로자들보다 소음에 의한 영향을 민감하게 받을 수도 있다.

항공기 소음이 청력 손실에 미치는 영향에 대해서는 청력 손실을 유발한다는 보고(Tubbs, 1991; Chen 등, 1992)와, 영구적인 소음성 난청을 유발하지 않는다는 연구도 있다(Sataloff, 1953; Kopra, 1957; Ward, 1957). 이렇게 일관된 결과를 보이지 않는 것은 연구 대상이 되는 비행장의 소음 수준이 이착륙 횟수, 항공기의 종류에 따라 다르며 연구대상자들의 특성, 예를 들면 공항 근무자 또는 지역 주민, 성, 연령, 직업, 생활수준, 거주시간 등이 다양하기 때문이라고 판단된다.

소음은 청력을 저하시키는 영향 이외에도 중추신경에 자극을 주고 자율신경계 특히 교감신경계에 작용하여 말초혈관의 혈류, 대사 및 체액의 변동으로 작업능률의 저하를 가져오고, 내분비 계통에도 영향을 주어 에피네프린(epinephrine) 호르몬과 노에피네프린(norepinephrine) 호르몬을 분비시켜 혈관을 수축시키고 일시적으로 혈압을 상승시킨다고 한다(Parvizpoor, 1976; Kryter and Poza, 1980; Peterson 등, 1981). 그러나 장기간의 반복적인 소음노출이 고혈압을 유발할 수 있는지는 아직 논란 중으로 혈압상승을 보고한 연구(Andren 등, 1983)와 소음작업장 근로자들의 고혈압 유병률이 차이가

없었다는 연구(김종화와 이충렬, 1987; 하명화와 김두희, 1991)가 공존하고 있다.

또 항공기 이착륙 소음에 의한 성가심, 불안, 정신과 방문율 증가 등 정신심리학적 스트레스 등에 관한 연구가 이루어지고 있다. 항공기 소음에 대하여 '성가시다'라는 반응 등 정신심리적 영향에 대한 연구가 진행되었으며 항공기 소음이 수면을 방해하고 정신질환을 유발한다는 보고가 제출되기도 하였다(Abey 등, 1969; Knipschild, 1977; Tarnopolsky 등, 1978).

이 연구의 구체적인 목적은 첫째, 군용항공기 비행장 인근 주거지의 소음 수준을 측정하고 둘째, 항공기 소음 노출이 인근 지역 주민들의 청력 저하와 혈압상승을 일으키는지 조사하고 셋째, 항공기 소음 노출 주민들의 스트레스와 정서 반응을 조사하는데 있다.

대상 및 방법

1. 비행장 주변의 환경 소음 측정

1) 소음측정방법

항공기 소음측정방법으로는 환경오염공정시험법(소음)에서 명시된 방법으로 WECPNL(Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)이 있다. 그러나 이 측정수준은 항공기소음 자체를 평가하는 방법으로 시간대별로 항공기 통과횟수가 필요하다. 따라서 민간항공기 소음만을 평가하는데는 유용하나, 이 연구와 같이 이륙횟수가 일정하지 않고, 군사 보안상 이륙횟수를 파악할 수 없는 군용 항공기의 소음평가에는 적절하지 못하다.

따라서 이 연구에서는 소음으로 인한 인체반응(영향)의 유용한 예측지표로서 24시간 누적소음수준인, Ld/n(Day-Night Average Sound Pressure Level; 이하 Ld/n)을 사용하였다.

이는 Leq(Equivalent Continuous Sound Pressure Level)와 산출방식은 동일하지만 다른 점은 야간 10시에서 오전 7시 사이에 측정된 소음수준에 모두 10 dB이 가산되는 소음수준이다. 즉 Ld/n 산정식은 다음과 같다.

$$Ld/n = 10 \log \frac{1}{24} (15 \times 10^{Ld/10} + 9 \times 10^{(Ld+10)/10})$$

2) 노출지역 및 대조지역 선정

지역주민들의 군용 항공기 소음에 대한 민원내용을 중심으로 비행장 인접지역의 소음수준을 측정하였다. 예비조사 결과 가장 항공기 소음의 영향을 받는 지역인 경기도 수원시 'A' 동, 'B' 동, 'C' 동 3개 동을 노출지역으로 선정하였다. 반면 대조지역은 수원시내에서 비행장과 거리가 멀고 여러 가지 인구학적, 사회 경제적 그리고 지리학적 여건이 유사하고, 소음평가를 통해 군용 항공기 소음의 영향이 없는 같은 구의 '라' 동을 대조지역으로 선정하였다. 연구 대상지역 동사무소를 기준으로 비행장까지의 대략적인 거리는 'A' 동이 2.5 km, 'B' 동이 3.9 km, 'C' 동이 4.9 km, 대조지역인 'D' 동이 10.0 km였다.

2. 연구 대상자 선정

대상자 선정시 선택적 오류(selective bias)를 피하기 위하여 각 동에 1995년 말 통계청 인구 및 주택 총 조사시 선정된 조사구를 기준으로 계통추출(systematic sampling)을 하였다. 노출군은 인근 군용 비행장 전투기 이착륙소음에 노출되는 경기도 수원시 'A' 동, 'B' 동, 'C' 동에 거주하는 20세부터 59세의 주민 172명을 선정하여 'A' 동, 'B' 동 주민들을 고노출군, 'C' 동 주민들을 저노출군으로 분류하여 노출군간의 양-반응 관계를 알아보고자 하였다. 연령은 노령일 경우 청력상의 이상이 있을 가능성이 크고, 비교적 긴 시간이 걸리는 조사에 협조하기가 어려운 이유로 20세에서 59세 사이로 제한하였다. 남녀수가 동일하게 포함되도록 선정하였으나 남자들의 경우 직장에 근무하는 경우가 많아 연구에 참석하기가 어려웠고, 따라서 여자 대상자의 비율이 높았다. 거주기간이 지나치게 짧을 경우 소음의 영향 여부를 해석하기가 어려워 거주기간 1년 미만인 경우는 제외하였다. 또한 조사 대상 지역의 환경 소음 이외의 소음에 의한 영향을 배제하기 위하여 첫째, 군 경력상 포병 근무 경력이 있는 경우, 둘째, 과거에 소음이 심한 공장에서 근무한 경력이 있는 경우, 셋째, 중이염, 진주종, 귀의 외상, 전도성 난청, 고막천공의 과거력이 있는 경우, 넷째, 이경 검사상 고막 천공 소견이 있는 경우, 다섯째, 양측 귀의 청력역치가 11 dB 이상 차이가 나는 경우에는 분석에서 배제하여 고노출군 87명, 저노출군 58명을 최종 분석대상으로 하였다.

대조군의 선정은 비노출 지역으로 선정한 '라' 동 주민들 중 79명을 선택하여 상기한 선택 기준에 의하여 12명을 제외한 67명을 분석대상으로 하였다.

심리검사의 경우는 시간이 최소 40분이 걸리는 관계로 건강진단에 참여한 주민들 모두가 참여하지는 못하고 80.7 % (고노출군 85명, 저노출군 40명, 대조군 46명)가 참여하였다.

3. 검사방법

건강진단의 내용은 키와 몸무게 측정, 청력검사, 이경검사, 혈중 총콜레스테롤 검사, 혈압측정, 심리검사를 하였다. 이경검사는 산업의학과 전문의와 전공의가 실시하였고, 심리검사는 임상심리사들이 시행하였다.

순음청력검사는 청력검사 정도 관리를 받은 3년 경력의 임상병리사 한 명에 의해 미국표준연구소(ANSI, American National Standard Institute) 기준에 따라 실시하였다. 청력측정장비는 산업보건연구원에서 정도관리를 실시하는 기계인 GSI G1 Clinical Audiometer (Garason-Stadler, A Welch Allyn Co, 1997)을 이용하였다. 동일한 검사자가 '하향법(descending method)'에 따라 청력검사를 실시하였다. 순음청력검사는 전 주파수의 효과를 분석하기 위하여 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz, 8,000 Hz 범위의 기도청력(air conduction)역치를 검사하였다. 처음에는 사람이 비교적 쉽게 알아들을 수 있는 1,000 Hz에서부터 시작하여 2,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz, 8,000 Hz의 순으로 차차 고음역을 검사하고 다시 1,000 Hz의 음을 검사한 후 500 Hz의 순으로 저음역을 검사하였다.

혈압은 수은 혈압계를 이용하여 30분 이상 안정을 취하게 한 후에 검사를 하였다. 연구대상자가 방문하면 설문지를 30분간 작성하게 하여 안정시킨 후에 누운 자세에서 오른쪽 팔의 혈압을 측정하였다. 연구 대상자의 수축기 및 이완기 혈압 측정 후에 20분 이상 간격을 두어 안정을 취한 후에 혈압을 다시 측정하였다. 이를 위해서 청력검사를 실시한 후에 두 번째 혈압을 측정하여 측정값의 짝수 단위 수까지 기록해서 평균치를 사용하였다.

혈압에 영향을 주는 다른 요인을 보정하기 위해 신장 및 체중계로 신장, 체중을 측정한다. 다음 비만도

Table 1. Average noise level during 24 hours in exposed and control area Unit : dB(A)

Area	Measured Point	Measured Frequency	Mean±S. D.
A-dong	The office of A-dong	6	78.4±3.0
	An elementary school in A-dong	6	70.5±4.1
	Other area	3	72.3±5.9
	Mean±S. D.		74.0±5.3
B-dong	The office of B-dong	8	72.5±2.9
	An elementary school in B-dong	5	71.4±1.8
	Other area	7	73.0±4.5
	Mean±S. D.		72.4±3.2
C-dong	The office of C-dong	6	72.5±5.6
	An elementary school in C-dong	6	69.7±3.9
	Other area	5	70.3±1.1
	Mean±S. D.		70.9±4.1
Exposed area		52	72.4±4.3
D-dong (Control Area)	An elementary school in D-dong	3	67.6±1.7
	Other area	8	67.8±4.6
	Mean±S. D.		67.7±3.9

(Body Mass Index, BMI)를 계산하였고, 채혈하여 혈중 총콜레스테롤을 측정하였다.

소음노출에 의한 주민들의 심리적 반응을 측정하기 위하여 간이정신진단검사(Symptom Checklist-90-Revision, 이하 SCL-90-R)를 실시하였다. 간이정신진단검사는 심리치료 및 항정신약물사용의 효과를 측정하는 도구로서 뿐만 아니라 심리진단검사로써 쓰일 수 있도록 Derogatis와 그의 동료들에 의해 개발된 '자기보고식 다차원 증상목록(multidimensional self-report symptom inventory)' 검사이다. SCL-90-R은 9개 증상차원, 90개 문항으로 구성되어 있으며 각 문항은 각각 1개의 심리적인 증상을 대표하고 있다. 피검자는 오늘을 포함해서 지난 7일 동안 경험한 증상의 정도에 따라 '전혀 없다(0점)', '약간 있다(1점)', '웬만큼 있다(2점)', '꽤 심하다(3점)' 및 '아주 심하다(4점)'의 5점 평점을 하였다.

결 과

1. 24시간 평균소음수준(Ld/n)

노출지역과 대조지역에서의 24시간 평균소음수준

은 Table 1과 같다. 노출지역에서 'A' 동지역이 24시간 평균소음수준이 74.0 dB로 가장 높았고, 그 다음으로 'B' 동과 'C' 동의 순으로 각각 72.4 dB과 70.9 dB이었다. 노출지역 전체의 평균소음수준은 72.4 dB이었다. 반면 대조지역인 'D' 동에서 24시간 평균소음수준은 67.7 dB로서 노출지역에 비해 약 5 dB정도 낮았다.

2. 연구대상자의 일반적인 특성

연구 대상자들의 성별 분포는 고노출군이 남자가 차지하는 비율이 28.7 %로 가장 높았으며 대조군이 22.4 %, 저노출군이 10.3 %로 의미있는 차이를 보였다. 평균 연령은 고노출군이 41.1세, 저노출군이 39.1세, 대조군 40.0세로 세군간에 의미있는 차이를 보이지 않았다.

교육 수준은 비행기 소음에 대한 인지태도에 상당히 영향을 주는 변수이다. 고노출군이 고등학교 이상의 교육을 받은 비율이 56.3 %로 저노출군 84.5 %, 대조군 71.6 %보다 낮았으며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 비만도와 혈중 총콜레스테롤 수치는 의미있는 차이를 보이지 않았다. 고혈압 가족력

Table 2. General characteristic of the subjects

Unit : person(%)

	High-exposed group(87명)	Low-exposed group(58명)	Control group(67명)
Gender*			
Male	25(28.7)	6(10.3)	15(22.4)
Female	62(71.3)	52(89.7)	52(77.6)
Age			
20 - 29	12(13.8)	4(6.9)	7(10.4)
30 - 39	24(27.6)	29(50.5)	26(38.8)
40 - 49	32(36.8)	21(36.2)	22(32.8)
50 - 59	19(21.8)	4(6.9)	12(17.9)
Mean±S.D.	41.07±8.66	39.05±6.97	40.00±8.86
Education level*			
Elementary	20(23.0)	3(5.2)	6(9.0)
Junior high	18(20.7)	6(10.3)	13(19.4)
High	42(48.3)	37(63.8)	35(52.2)
Junior college	3(3.4)	4(6.9)	6(9.0)
College	4(4.6)	8(13.8)	7(10.4)
Body Mass Index(kg ² /m)#	25.13±3.21	24.11±2.84	24.93±3.29
Blood Cholesterol(mg/dl)#	189.29±32.78	183.19±36.04	181.72±34.93
Family history of hypertension	30(34.5)	18(31.0)	21(31.3)

* p<05 by chi-square

Mean±S.D.

Table 3. Hearing thresholds of low frequency, high frequency, and 4,000 Hz

Unit : dB

	High-exposed group(87명)	Low-exposed group(58명)	Control group(67명)
Left			
Low frequency*	14.31±5.50	12.47±5.48	12.21±4.16
4,000 Hz*	16.09±11.55	12.07±8.48	11.12±5.35
High frequency*	23.99±14.04	17.59±8.55	15.79±6.63
Right			
Low frequency*	15.00±4.95	12.84±5.09	11.69±3.84
4,000 Hz*	16.44±10.37	11.90±7.94	10.75±4.54
High frequency*	23.59±14.18	17.97±7.87	14.89±6.10

* : p<.05 by ANOVA test

참고: 저음역 청력 역치 = (500 Hz 청력 역치 + 1,000 Hz 청력 역치 + 2,000 Hz 청력 역치) ÷ 3

고음역 청력 역치 = (6,000 Hz 청력 역치 + 8,000 Hz 청력 역치) ÷ 2

도 고노출군 34.5 %, 저노출군 31.0 %, 대조군 31.3 %로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

3. 공기전도 청력 역치

연구 대상자들의 청력을 저음역, 4,000 Hz, 고음역으로 나누어 비교하였다. 저음역 청력 역치는 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz 청력 역치의 평균를 내어 구하였고 고음역 평균 청력 역치를 6,000 Hz, 8,000 Hz 청력 역치의 평균으로 하였다. 연구 대상자들의

좌측귀와 우측귀의 유의한 청력 차이는 없었다.

모든 음역에서 대조군보다 저노출군이, 저노출군보다 고노출군이 청력 손실 정도가 심한 소견을 보이고 있었고 통계학적으로 유의한 수준이었다. 즉 비행장 소음이 심한 정도에 따라 주민들의 청력이 저하되었음을 암시하고 있다(Table 3).

청력 손실에 미치는 여러 변수를 통제하고 항공기 소음 노출이 청력 저하에 미치는 영향을 알아보기 위하여 성, 연령, 교육수준, 항공기 소음 노출 수준

을 독립변수로 하여 다중 회귀 분석을 실시하였다. 좌, 우측 저음역에서는 나이와 함께 노출 수준이 청력 역치에 영향을 주는 것으로 분석되었다. 4,000 Hz에서는 좌, 우측 모두 청력 역치에 영향을 주는 인자로 나이, 성, 노출 수준이 확인되었고 교육 수준은 양측 귀 모두 청력에 영향을 주지 않았다. 고음역에서도 좌, 우측 귀 모두 나이, 성, 노출수준이 청력에 영향을 미치는 변수로 나타났고 교육수준은 역시 유의한 변수가 아니었다(Table 4).

4. 혈압

세 군간의 혈압을 비교한 결과 수축기 혈압은 항공기 소음 고노출군에서 130.3 mmHg로 가장 높았고 저노출군이 123.6 mmHg, 대조군이 119.3 mmHg으로 노출 수준에 따라 양-반응 관계가 있었다. 이완기 혈압에서도 고노출군 87.7 mmHg, 저노출군이

84.7 mmHg, 대조군 78.5 mmHg로 항공기 소음이 높은 지역 주민들의 혈압에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다(Table 5).

수축기 혈압 160 mmHg, 이완기 혈압 95 mmHg 이상을 고혈압으로 정의하였을 때, 고혈압 유병률은 고노출군에서 20.7 %, 저노출군에서 19.0 %로 대조군의 11.9 %보다 높았지만 통계학적 유의성은 없었다.

이와 같이 세 집단간의 혈압은 유의한 차이를 보이지만 혈압에 영향을 미치는 여러 가지 요인이 있기 때문에 이와 같은 변수들을 통제하여야 한다. 수축기, 이완기 혈압을 종속변수로 하여 나이, 성, 항공기 소음 노출수준, 신체질량지수(BMI), 고혈압 가족력, 혈중 총콜레스테롤 등을 독립 변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였다.

수축기 혈압에 유의한 영향을 미치는 요인은 나이,

Table 4. 청력 손실 정도의 다중 회귀분석

D. V.	I. V.	Left	Right
		Coefficient	Coefficient
Threshold at low frequency			
	Age	0.20*	0.16*
	Gender	1.00	0.89
	Exposure level	1.24*	1.45*
	Education level	-0.95	-0.32
Threshold 4,000 Hz			
	Age	0.28*	0.26*
	Gender	-4.57*	-4.91*
	Exposure level	2.03*	2.31*
	Education level	-0.73	-1.08
Threshold at high frequency			
	Age	0.54*	0.57*
	Gender	-5.67*	-6.54*
	Exposure level	3.34*	3.61*
	Education level	-1.30	-0.87

* : $p < .05$

Table 6. Results of multiple regression on the systolic and diastolic blood pressures

Dependent variables	Independent variables	Coefficient
Systolic blood pressure		
	Age	0.51*
	Gender	-9.74*
	Exposure level	4.57*
	Body Mass Index	1.32*
	Total blood cholesterol	0.01
	Family history of hypertension	5.27*
Diastolic blood pressure		
	Age	0.40*
	Gender	-7.76*
	Exposure level	3.89*
	Body Mass Index	0.85*
	Total blood cholesterol	-0.0002
	Family history of hypertension	4.38*

* $p < .05$

Table 5. Systolic and diastolic blood pressures and prevalence of hypertension in the subjects

	High-exposed group(87명)	Low-exposed group(58명)	Control group(67명)
Prevalence of hypertension (%)	18(20.7)	11(19.0)	8(11.9)
Systolic blood pressure*(mmHg)	130.3±17.3	123.6±21.3	119.3±14.9
Diastolic blood pressure*(mmHg)	87.7±13.6	84.7±13.6	78.5±11.3

* : $p < .05$ by ANOVA test

Table 7. Results of symptom Checklist-90-Revision in adult subjects

SCR	Exposed group			Control(46명)
	High-exposed group(85명)	Low-exposed group(40명)	Total(125명)	
Somatization(SOM)	50.61±12.25	51.75±11.46	50.98±11.97	47.89±10.58
Obsessive-compulsive(O-C)*	48.58±12.06	48.00±11.29	48.39±11.78	43.85±8.87
Interpersonal sensitivity(I-S)*	46.74±10.87	47.60±10.69	47.02±10.78	43.37±8.15
Depression(DEP)	46.96±11.00	47.95±10.63	47.28±10.85	44.50±9.25
Anxiety(ANX)*	49.47±12.05	48.33±10.26	49.10±11.48	44.57±9.01
Hostility(HOS)	48.56±11.13	50.23±11.99	49.10±11.39	46.46±9.26
Phobic anxiety(PHOB)	49.09±11.38	48.13±9.35	48.78±10.75	46.24±7.99
Paranoid ideation(PAR)*	47.87±11.96	47.35±9.94	47.70±11.32	44.17±7.80
Psychoticism(Psy)	47.36±11.02	48.35±10.98	47.68±10.97	44.48±7.54

* p<.05 by t-test

성, 노출수준, 신체질량지수, 고혈압 가족력이었고 이완기 혈압에서도 나이, 성, 노출수준, 신체질량지수, 고혈압 가족력이 통계학적으로 의미가 있었다. 혈중 총콜레스테롤은 수축기, 이완기 혈압 모두 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다(Table 6).

5. 심리 검사

항공기 소음이 주민들의 정서에 미치는 영향을 조사하기 위하여 간이정신진단검사(SCL-90-R)를 시행하였다. SCL-90-R의 모든 척도의 평균값은 50이고 표준편차는 10이다. 소음노출군의 신체화척도만이 50점을 넘고 있을 뿐 그 밖의 모든 척도들은 40에서 50사이의 점수를 보이고 있다. 이처럼 점수는 그리 높지 않지만 노출군 전체를 보았을 때 대조군에 비하여 강박증, 대인민감성, 불안, 편집증에서 의미 있는 차이를 보였다(Table 7).

각 척도 중에서 가장 높은 점수를 보이는 척도는 자율신경계의 영향하에 있는 순환기, 소화기, 호흡기 및 기타 기관의 장애와 두통, 동통 등 신체적 기능이상에 대해 주관적으로 호소하는 증상들로 구성되어 있는 신체화(Somatization, SOM)척도로 나타나고 있다. 그 다음으로는 신경과민, 긴장, 초조, 두려움 및 불안과 관련된 신체적 증상으로 이루어진 불안(Anxiety, ANX)척도, 분노, 공격성, 자극과 민성의 정서 상태를 내포하는 사고, 감정, 행동을 반영하는 적대감(Hostility, HOS)의 순으로 나타나고 있다. 고노출군, 저노출군간의 비교에서는 청력, 혈압과는 달리 양-반응 관계를 보이지 않았다.

이같은 결과를 종합해 볼 때 소음에 장기간 노출된 집단은 대조군에 비하여 신경증적, 정신증적 척도에서 의미 있는 정도로 높은 점수를 보이고 있으며, 특히 불안, 긴장 등과 관련된 다양한 신체적 증상들을 가장 많이 느끼는 것으로 판단된다.

고 찰

이 연구는 항공기 소음이 지역 주민들의 건강에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시되었다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 노출지역의 소음수준 평가와 함께 청력검사, 혈압검사, 설문 조사, 심리검사, 혈중 총콜레스테롤 검사를 실시하였다.

환경에 의한 건강영향 평가 과정에서 연구 대상자들의 노출력을 정확히 평가하는 것은 쉬운 일이 아니다. 항공기 소음은 이착륙 시는 매우 높은 소음을 발생하지만 지속적이지 않고 간헐적으로 발생하여 군 재직기간이나 직업적으로 노출되는 소음이 청력이나 혈압에 많은 영향을 미칠 가능성이 있다. 이러한 분류오차(misclassification)를 줄이기 위하여 현주거지 이전의 주거지역, 과거 직업력, 군 경력 등을 조사하여 항공기 이외의 소음에 확실하게 노출되었던 사람들을 분석대상에서 제외하였고 설문조사에서 파악되지 않은 전도성 난청이 있을 것으로 판단되어 양측귀의 청력이 11 dB 이상 차이가 나는 경우도 제외하였다. 또 사회경제적 여건에 따라 직업적으로 노출되는 소음의 수준이 틀릴 수 있고, 거주지역의 교통량에 따라 노출되는 소음의 정도가 좌우될 수 있으므로

로 이러한 요인들을 고려하여 대조 지역을 선정하여 오차를 최대한 줄이고자 노력하였다.

일반 환경 소음에 영향을 주는 요인으로 고속도로나 철도 주변에서 발생하는 교통 소음과 인근 산업체 시설에서 발생하는 소음을 들 수 있다. 이 연구에서는 항공기 소음 이외에 이러한 일반 환경 소음들이 주민들의 건강에 미치는 영향을 배제하기 위하여 노력하였다. 연구 대상 지역 주변으로 고속도로, 철도, 공장 등이 없었으며 조사 대상 지역을 국토이용 관리법 제 6조에 의거하여 분류하여 보면 노출지역의 경우는 준주거지역/주거지역으로 나눌 수 있으며 대조 지역은 준주거지역/주거지역과 함께 상업지역으로 분류되는 곳도 포함하고 있어 노출지역에서 항공기 소음을 제외한 일반 환경 소음은 대조지역보다 높지 않을 것으로 유추할 수 있다. 따라서 소음 평가에서 노출지역의 소음 수준이 높게 평가된 결과와 건강 영향 평가에서 노출지역 주민들의 혈압이나 정서 반응에 부정적인 영향을 미친 것은 일반 환경 소음에 의한 것이 아니라 항공기 소음에 의하여 발생하였을 가능성이 매우 큰 것으로 판단된다.

연구 대상자들이 청력, 혈압, 설문 조사, 심리 검사 등 건강평가를 받은 장소는 연구 대상 지역의 동사무소 건물 내부였다. 청력 검사시에 조용한 공간을 선택하고 방음 부스를 설치하여 환경 소음을 최대한 줄이고자 노력하였지만 의뢰기관에 내원시켜 검사하는 것보다 청력손실 정도가 높게 평가되었을 것으로 판단된다. 그러나 노출군, 대조군 모두 비슷한 환경에서 평가되었으므로 비교하는데 큰 영향을 미치지 않는 것으로 예측할 수 있다.

항공기 소음이 지역 주민들의 청력 손실에 미치는 영향을 조사한 연구 결과에 따르면 항공기 소음이 청력을 저하시키지 않았다는 결과가 있다(Andru 등, 1975; Wu 등, 1995). Andru 등(1975)은 비행장 주변에 거주하는 아동의 청력 손실을 조사한 결과 양측성 감각신경성 난청, 혼합성 난청 발생률이 높지 않았다고 보고하였고, Wu 등(1995)은 비행장 소음에 노출되는 아동들의 청력이 저하되지 않았다고 보고하였다. 또 한상환 등(1997)은 군용 항공기 이륙 소음에 노출되는 지역의 사무직 근로자에서 청력손실은 소음의 직접적인 효과보다는 연령과의 상호작용을 통하여 청력손실을 일으킨다고 보고하였다.

또한 항공기 소음에 의한 청력 손실을 보고한 결과들도 있는데 김지용 등(1989)은 공항주변 주민들이 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz, 4,000 Hz에서 대조군보다 유의하게 청력 역치가 높았으며 소음성 난청 유병률이 유의하게 높아 WHO 기준으로 22.7%에 달한다고 보고하였다. 사격소음 및 비행소음에 노출된 주민들의 건강 영향을 조사한 조성일 등(1990)의 연구에서는 노출군과 대조군의 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz, 4,000 Hz의 평균 청력역치는 유의한 차이를 보이지 않았으나 난청 유병률은 노출군 24.0%, 대조군 13.4%로 의미 있는 차이를 보였다. Chen 등(1997)은 비행장에서 떨어진 거리를 기준으로 주민들을 고노출군과 저노출군으로 구분하여 비교한 결과 고노출군의 청력 역치가 저노출군에 비하여 저음역(500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz의 평균 청력 역치), 4,000 Hz, 고음역(6,000 Hz, 8,000 Hz의 평균 청력 역치) 모두에서 유의하게 높았다.

이 연구에서 항공기 비행장 인근 지역의 환경 소음 평가를 기준으로 노출군을 고노출군과 저노출군으로 나누어 노출양에 따른 건강영향의 양-반응 관계를 살펴보았다. 청력의 경우 모든 음역에서 대조군보다 저노출군이, 저노출군보다 고노출군이 청력 손실정도가 심하였다. 청력에 영향을 미치는 변수들을 통제하기 위한 회귀분석에서는 소음 노출 정도가 저음역, 4,000 Hz, 고음역에서 양쪽 귀 모두 유의한 변수로 나타났다. 이러한 결과는 간헐적으로 노출되는 항공기 소음이 지역 주민들의 청력을 저하시킨다는 가설을 뒷받침하는 결과이며 주민들의 청력 저하가 소음에 민감한 음역에서만 아니라 일상생활에 영향을 줄 수 있는 저음역으로까지 진행될 수 있다는 가능성을 암시하고 있다.

소음이 혈압에 미치는 영향에 대해서는 작업장의 소음을 중심으로 여러 연구가 진행되어 왔으며 여러 연구 결과가 공존하고 있다. Kristal-Boneh 등(1995)은 소음노출 수준이 심박 상승과 관련성이 있지만 수축기, 이완기 혈압과는 관계가 없다고 보고하였고, 하명화와 김두희(1991)는 소음관련 변수는 혈압과 관계가 없고 청력손실변수가 이완기 혈압에서만 유의하게 관련이 있다고 보고하였다. 이와는 대조적으로 소음 노출이 혈압에 영향을 미친다는 결과도 여러 차례 보고되었다. Founaud 등(1984)은

일관작업과 함께 85 dB이상의 소음 노출이 수축기 혈압을 상승시킨다고 보고하였고, 김복연 등(1996)은 수축기 혈압의 경우 남자에서 축적소음노출수준이 중성지방, 연령, 고혈압 가족력 등과 함께 고혈압의 예측지표가 될 수 있다고 하였다. 수축기 혈압보다는 이완기 혈압과 관계가 있다는 연구도 보고되었다(Moskova와 Etsma, 1977; Lennart 등, 1980). 김종화와 이충렬(1987)은 이완기 혈압이 노출되는 소음의 수준과 상관성이 있다고 보고하였다. Talbott 등(1985)은 이완기 혈압이 높은 수준의 소음 노출, 비만도(BMI), 심한 소음성 난청, 소음에 노출되는 취미와 관련이 있다고 하였다. 또한 소음 노출이 수축기 혈압과 이완기 혈압 모두 상승시킨다는 연구(Andren 등, 1983)도 있다.

항공기 소음이 혈압에 미치는 연구로 Cohen 등(1980)의 연구에서는 항공기 항로 인근에 있는 학교 아동들의 혈압이 대조 지역 학교 아동들보다 높았다. Karagonina(1969)의 연구에서도 항공기 인근 주민들의 혈압이 높았다. 조성일 등(1990)이 사적 소음과 비행기 소음에 노출되는 주민들을 대상으로 한 연구에서는 수축기, 이완기혈압 모두에서 노출군이 높았으며 고혈압 유병률도 유의하게 높았다.

본 연구는 작업장 근로자 같은 제한적인 집단이 아닌 지역 주민에 대한 연구로 비행기 소음 고노출 지역과 저노출지역, 대조지역 주민들의 평균 수축기, 이완기 혈압을 비교하였을 때 모두 대조군보다 저노출군이, 저노출군보다 고노출군이 유의하게 혈압이 높았고, 혈압에 영향을 미칠 수 있는 나이, 성, 신체질량지수, 총 콜레스테롤, 고혈압 가족력을 통제한 회귀분석에서도 소음 노출 수준이 유의한 변수였다. 이는 항공기 소음과 같은 간헐적인 소음에 노출되는 경우에도 혈압이 상승한다는 가설을 뒷받침하는 결과로서 조사 대상 지역 주민들이 항공기 소음에 의하여 심혈관계 기관에 영향을 받고 있음을 암시하고 있으며 이에 관련된 보다 광범위한 조사가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

소음의 영향을 연구하는 초기의 연구들은 주로 정신과적 질환에 대한 이환율이나 사망률과 같이 역학적 조사에 한정되어 이루어졌다. 그렇지만 이같은 연구들은 초보적인 단계로 여러 가지 면에서 제한점이 있는 것으로 밝혀졌다. 일차적으로 이처럼 광범위한 역학조사의 결과를 해석하기 위해서는 상당히

여러 가지 변인의 효과들을 배제해야 하는데 그것이 현실적으로 가능하지 않은 경우가 대부분이라는 것이다. 따라서 초기 연구들이 소음의 영향을 평가하는데 있어서 중요한 시사점을 제공하기는 했지만 과학적 견지에서 보면 그 결과를 인과론적으로 해석하거나 일반화를 시키기에는 어려움이 많은 것으로 결론지어졌다.

그 이후의 연구들은 소음으로 인한 주관적 보고에 근거하여 이루어졌다. 특히 이 시기의 연구는 소음으로 인한 '불쾌감 또는 성가심 수준(level of annoyance)'을 지표로 삼아 정신건강과의 관련성을 연구하였다. 본 연구에서도 소음에 대한 주관적 감정상태를 보고하도록 하여 그 중 가장 강하게 느끼는 불쾌한 정서를 함산하여 스트레스의 지표로 사용하였다. 이같은 시도는 새로운 것으로서 기존의 '불쾌감'이라는 정서 하나만을 가지고 스트레스의 지표로 삼는 것보다 더욱 객관적인 지표가 될 수 있다. 이 당시의 연구들(Bradley 등, 1979)은 소음에 대한 주관적인 지표를 정신건강의 유일한 지표로 삼았으며, 학자에 따라 '불쾌감(annoyance)', '괴로움(bother)', '불만족감(dissatisfaction)' 등으로 명명하였다. 이런 지표는 개인의 안녕감 여부를 반영하는 것으로 받아들여졌으며, 많은 실험연구 및 조사연구의 종속변수로 삼았다. 이런 연구들은 소음의 영향을 연구하는데 있어서 개인의 주관적 반응이나 감정 등이 중요하다는 점을 강조했다. 이 점에서 소음연구에 중요한 기여를 했지만 객관적 지표가 보완되지 않았을 경우 연구에 참가한 대상들의 동기문제가 혼입될 수 있기 때문에 정확한 해석을 하는데 문제가 생길 수 있다.

따라서 소음에 대한 정신건강을 연구하는데는 새로운 종속변수가 개발될 필요가 있으며, 이 새로운 지표는 개인의 주관적인 반응을 충분히 반영하면서도 그 구성개념이나 규준이 객관성을 띤 것이라야 한다. 이 연구에서는 개인의 정서적 문제를 측정하기 위하여 간이정신진단검사를 사용하였다. 이 검사는 제반 정신증상을 포함하는 9개의 척도로 구성되어 있으며, 이 연구에서 노출군은 대조군에 비하여 강박증, 대인 민감성, 불안, 편집증 등의 영역에서 통계학적으로 유의하게 높은 점수를 보였다. 이같은 결과는 소음 노출군이 대조군에 비해 높은 정도의 정서적 장애를 경험하고 있다는 결과를 시사하는 것

이다. 이같은 결과를 단지 주관적인 불편감을 체크하도록 하는 기존의 연구에 비하여 정서적인 문제의 폭을 확대하였으며, 단일한 척도상에서 반응하도록 한 것에서 규준과 비교하여 표준점수를 냈다는 점에서 주관적 척도의 영역을 확대하고 객관화하려는 노력을 시도하였다.

이 연구에서 시간관계상 청력, 혈압검사를 받은 연구 대상자중 약 20%가 심리 검사를 받지 못하였는데 심리 검사에 참여한 그룹과 일반적 사항, 청력, 혈압 등에 유의한 차이가 없어 지역 주민을 대표하는데 큰 문제가 되지 않을 것으로 판단한다. 정서적 영역의 문제를 확인하는데 있어서 중요하게 고려해야 할 점은 지역사회와 관련하여 수검자들이 다소 자신의 반응을 과장하였을 가능성이 있다는 점이다. 이 연구에서는 이같은 가능성을 최소화하기 위하여 증상을 과장하는지 여부를 판별하기 위하여 쓰이는 검사를 함께 실시하였으며, 과장이나 불성실한 태도가 의심되는 자료는 배제하고 분석을 실시하였다. 따라서 자료의 타당성은 어느 정도 확보된 것으로 볼 수 있으며, 결과도 비교적 신뢰할만한 것으로 볼 수 있다. 각 척도 중에서는 대체로 신경증에 속하는 증상들을 주로 느끼는 것으로 나타났다. 이같은 결과는 기존연구들과 일치하는 것으로 Cohen(1969) 등의 연구에서도 소음노출지역의 주민들이 두통이나 메스꺼움, 감정이나 기분변화 등을 많이 호소한 것으로 나타났다.

요 약

목 적 : 군용 항공기 비행장 소음이 인근 주민들의 건강에 주는 영향을 평가하기 위하여 이 연구를 시행하였다.

방 법 : 비행장 주변의 환경 소음을 Ld/n(Day-Night Average Sound Pressure Level)을 지표로 사용하여 평가하고 비행장 인근 주민들을 계통추출(systemic sampling)하여 20-59세의 주민들 145명을 선정하고 비행장 소음이 없는 지역에서 같은 방법으로 대조군 67명을 선정하여 설문조사와 간이정신진단검사(SCL-90-R)를 실시하고 청력, 혈압, 혈중 총콜레스테롤을 측정하였다.

결 과 : 항공기 소음 노출지역 평균소음수준은 72.4 dB이었고 대조지역인 '라' 동에서 24시간 평균

소음수준은 67.7 dB으로 노출지역이 약 5 dB정도 높았다. 각군의 순음청력검사 결과 좌, 우측 모두 저음역(500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz) 평균 청력 역치와, 4,000 Hz, 고음역(6,000 Hz, 8,000 Hz)의 평균 청력 역치가 대조군보다 저노출군이, 저노출군보다 고노출군이 유의하게 높았다. 청력에 영향을 미치는 다른 변수들을 통제하기 위하여 항공기 소음 노출수준, 나이, 성, 교육수준을 독립변수로 하여 회귀분석을 실시한 결과 항공기 소음 노출수준이 저음역, 4,000 Hz, 고음역에서 의미있는 변수로 나타나 항공기 소음이 지역 주민들의 청력 저하에 영향을 주었음을 암시하였다. 또한 수축기, 이완기 혈압이 고노출군 130.3 mmHg, 87.7 mmHg, 저노출군이 123.6 mmHg, 84.7 mmHg으로 대조군의 119.3 mmHg, 78.5 mmHg보다 유의하게 높았으며, 고혈압 유병률도 고노출군 20.7%, 저노출군 19.0%으로 대조군의 11.9%보다 높았으나 통계학적인 의미는 없었다. 혼란변수를 통제하기 위해 회귀 분석을 실시한 결과에서도 소음 노출수준은 나이, 성, 신체질량지수(BMI), 고혈압 가족력과 함께 수축기, 이완기 혈압에 영향을 미치는 의미있는 변수로 나타났다. 정서반응을 보기 위한 SCL-90-R 검사에서는 노출군이 신경증적, 정신증적 척도에서 의미 있는 정도로 높은 점수를 보이고 있으며, 특히 불안, 긴장 등과 관련된 다양한 신체적 증상들을 가장 많이 느끼고 있었다.

결 론 : 이상의 결과는 군용 항공기 비행장 소음이 인근 주민들의 청력을 저하시키고, 혈압을 상승시키며 부정적인 정서반응을 일으키는 영향을 미치고 있음을 암시하고 있다.

참고문헌

- 김복연, 김천태, 이중정, 박홍진, 김창윤, 강복수. 만성적 소음폭로가 근로자의 혈압에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1996;8(1):43-58
- 김종화, 이충렬. 소음성 청력손실이 혈압에 미치는 영향에 관한 조사연구. 예방의학회지 1987;20(2):205-215
- 김지용, 유준현, 이정권. 소음폭로가 지역주민의 건강에 미치는 영향에 대한 조사. 가정의 1989;10(11):1-9
- 조성일, 김정순, 임현술, 정해관, 최병순. 소음폭로가 일부 지역주민의 건강에 미치는 영향에 대한 연구. 한국역학회지 1990;12(2):153-164

- 하명화, 김두희. 제강소 장기근무자의 소음노출 및 청력손실과 혈압과의 관계에 관한 연구. *예방의학회지* 1991; 4(4):496-506
- 한상환, 조수현, 고경심, 권호장, 하미나, 주영수, 신명희. 군용 항공기 이륙소음이 청력, 혈압, 스트레스 및 주관적 인지도에 미치는 영향. *예방의학회지* 1997;30(2):356-368.
- Abey WI, A'Brook MF, Gattoni FEG, Herridge CF. Mental hospital admissions and aircraft noise. *Lancet* 1969;2:1275-1277
- Andren L, Hnasson L, Eggertsen R, Hedner T, Karlberg BE. Circulatory effects of noise. *Acta Med Scand* 1983;213:31-35
- Andrus WS, Kerrigan ME, Bird KT. Hearing in para-airport children. *Aviat. Space Environ Med* 1975;46(5):740-742
- Bradley JS, Jonah BA. The effects of site selected Variables on Human Responses to Traffic Noise, Part II, Road Type by socioeconomic status by Traffic Noise Level. *Journal of Sound and Vibration* 1979;67(3):395-407
- Chen TJ, Chiang HC, Chen SS. Effects of aircraft noise on hearing and auditory pathway function of airport employees. *J Occup Med* 1992; 34(6):613-619
- Chen TJ, Chiang HC, Chen SS. Hsieg PY. Auditory effects of aircraft noise on people living near an airport. *Arch Environ Health* 1997;52(1):45-50
- Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D. Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children : moving from the laboratory to the field. *Am Psychol* 1980;35:231-243
- Fouriad C, Jacquinet-Salord MC, Degoulet P, Aime F, Lang T, Laprugne J, Main J, Oeconomos J, Phalente J, Prades A. Influence of socioprofessional conditions on blood pressure level and hypertension control. *Am J Epidemiol* 1984; 120 :72-86
- Horne JA, Pankhurst FL, Reyner LA, Hume K, Diamond D. A field study of sleep disturbance : Effects of aircraft noise and other factors on 5,742 nights of actimetrically monitored sleep in a large subject sample. *Sleep* 1994;17(2):146-159
- Karagonina I, Soldatkina S, Vinokru A, Klimukgin S. Effects of aircraft noise of the population near airports. *Hyg Sanit* 1969;34:182-187
- Knipschild, P. Medical effects of aircraft noise : General practice survey. *Int Arch Occup Environ Health* 1977;40:191-196
- Kopra LL. Hearing loss among Air Force Flight-line personnel. *J Acoust Soc Am* 1957;29:1277-1289.
- Kristal-Boneh E, Melamed S, Bernheim J, Peled I, Green MS. Reduced ambulatory geart rate response to physical work and complaints of fatigue among hypertensive males treated with beta-blockers. *Journal of Behavioral Medicine* 1995;18(2):113-126
- Kryter KD, Poza F. Effects of noise on some autonomic system activities. *J Acos Soc Ame*1980;67(6):2036-2044
- Lennart A, Lennart H, Martin B. Noise as a contributory factor in the development of elevated arterial pressure. *Acta Med Scand* 1980; 207:493-502
- Matthews KA, Cottingham EM, Talbott E, Kuller LH, Siegel JM. Stressful work Conditions and Diastolic Blood Pressure among Blue Collar Factory Workers. *Am J of Epidemiology* 1987; 126(2):280-290
- Mosskov JI, Ettema JH. Extra-auditory effects in short-term exposure to aircraft and traffic noise. *Int Arch Occup Environ Health* 1977; 40:163-173
- Parvizpoor D. Noise exposure and the prevalence of high blood pressure among weavers in Iran. *J Occup Med* 1976; 18:730-731
- Peterson EA, Augenstrin JS, Tanis DC, Augenstein DG. Noise raises blood pressure with out impairing auditory sensitivity. *Science* 1981; 211:1450-2
- Sataloff J. Effects of prolonged exposure to intense noise on hearing acuity. *Arch Otolaryngol* 1953; 58:62-80
- Stansfeld SA. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder:epidemiological and psychophysiological studies. *Psychol Med Monogr Suppl* 1992;22:1-44
- Talbott E, Helmkamp J, Matthews K, Kuller L, Cottingham E, Redmond G. Occupational noise exposure, noise-induced hearing loss, and the epidemiology of high blood pressure. *Am J Epidemiol* 1985;121:501-514
- Tarnopolsky A, Watkins G, Hand DJ. Aircraft noise and mental health I : Prevalence of indi-

- vidual symptoms. *Psychol Med* 1980;10:683-698
- Tubbs RL. Occupational noise exposure and hearing loss in fire fighters assigned to airport fire stations. *Am Ind Hyg Assoc J* 1991; 52(9):372-378
- Ward WD. Hearing of naval aircraft maintenance personnel. *J Acoust Soc Am* 1957;29:1289-1301
- Wickrama IA, Abrook MF, Gattoni FEG, Herridge CF. Mental-Hospital Admissions and Aircraft Noise. *The Lancet* 1969:1275-1277
- Wu TN, Yu TS, Lai JS, Chang PY, Shen CY. Aircraft noise, hearing ability, and annoyance. *Arch Environ Health* 1995;50(6):452-456