

평택시 군용비행장 주변지역 주민건강조사

김현주, 노상철, 권호장¹⁾, 백기청²⁾, 이무용³⁾, 정재윤⁴⁾, 임명호²⁾,
구미진⁵⁾, 김창훈⁶⁾, 김혜영⁷⁾, 임정훈⁸⁾, 김동현⁹⁾

단국대학교 의과대학 산업의학교실, 단국대학교 의과대학 예방의학교실¹⁾, 단국대학교 의과대학 정신과학교실²⁾,
동국대학교 의과대학 내과학교실³⁾, 단국대학교 의과대학 이비인후과학교실⁴⁾, 서울대학교 사회학과⁵⁾, 질병관리본부⁶⁾,
서울대학교 BK사업단⁷⁾, 서울대학교 보건대학원⁸⁾, 단국대병원 산업의학과⁹⁾

Study on the Health Status of the Residents near Military Airbases in Pyeongtaek City

Hyunjoo Kim, Sangchul Roh, Ho-Jang Kwon¹⁾, Ki Chung Paik²⁾, Moo-Yong Rhee³⁾, Jae-Yun Jeong⁴⁾, Myung Ho Lim²⁾, Mi-Jin Koo⁵⁾,
Chang-Hoon Kim⁶⁾, Hae Young Kim⁷⁾, Jeong-Hun Lim⁸⁾, Dong-Hyun Kim⁹⁾

Department of Occupational and Environmental Medicine, Dankook University College of Medicine, Department of Preventive Medicine, Dankook University College of Medicine¹⁾, Department of Psychiatry, Dankook University College of Medicine²⁾, Department of Internal Medicine, Dongguk University College of Medicine³⁾, Department of Otolaryngology, Dankook University College of Medicine⁴⁾, Department of Social Science, Seoul National University⁵⁾, Korea Centers for Disease Control and Prevention⁶⁾, Craniomaxillofacial Life Science 21, School of Dentistry, Seoul National University⁷⁾, Department of Environmental Health, School of Public Health, Seoul National University⁸⁾, Department of Occupational and Environmental Medicine, Dankook University Hospital⁹⁾

Objectives : We conducted an epidemiologic survey to evaluate the effect of the aircraft noise exposure on the health of the residents near the military airbases in Pyeongtaek City.

Methods : The evaluation of environmental noise level, questionnaire survey, and health examination were performed for 917 residents. The study population consisted of four groups: subjects who lived in the village close to the fighter airbase (high exposure), subjects who lived along the course of fighters (intermediate exposure), and subjects near a helicopter airbase, and the control group.

Results : The prevalence of the aircraft noise related accident and irritable bowel syndrome in the exposure groups were higher than that of the control group. The risks of noise induced hearing loss, hypertension and diabetes mellitus were higher in the exposed groups than in the control group. The prevalence of anxiety disorder and primary insomnia were higher in the exposed groups than

in the control group. Prevalence odd ratios of the risk for primary insomnia after adjusting age, sex, agricultural noise, and occupation were 4.03 [95% confidence interval (95% CI) 1.56-10.47] for the subject near the helicopter airbase, 1.23 (95% CI 0.40-3.76) for those intermediately exposed to fighter noise, and 4.99 (95% CI 2.14-11.64) for those highly exposed to fighter noise.

Conclusions : The results of the present study suggest that the aircraft noise may have adverse effects on hearing function, cardiovascular health and mental health. Therefore, it seems to be needed to take proper measures including the control of the aircraft noise and the management of the exposed people's health.

J Prev Med Public Health 2008;41(5):307-314

Key words : Aircraft noise, Cardiovascular diseases, Mental health, Hearing loss

서론

소음이란 원하지 않는 소리로 정의된다. 비행장 주변 주민들은 항공기 이·착륙 및 운항 시 발생하는 소음에 만성적으로 노출되고 그 결과 학업수행능력 저하, 수면장애, 허혈성 심장질환, 고혈압, 난청 등이 생기며, 정신질환, 면역기능 저하, 출생 체중 저하 등이 발생할 가능성이 있는 것으로 알려져 있다 [1]. 특히 군용항공기는

급격하게 속도를 높이거나 낮추기 위해 추력이 커야 하므로 이·착륙 및 선회 비행 시 발생하는 소음 수준이 민간항공기보다 높고 군작전상 비행시간과 횟수가 불규칙하기 주민들이 느끼는 피해도 민간항공기보다 크게 나타날 수 있다.

우리나라에는 민간 공항 5개소와 민·군 공용 공항 12개소, 그리고 다수의 군전용 공항과 미군전용공항이 있으며 공항의 소음노출로 인한 건강피해에 대한 연구들이

여러 편 발표되었다. 공항인근 주민을 대상으로 소음이 혈압 및 청력에 영향을 미친다는 사실이 보고된 바 있으나 [2] 비행장 인근 대학의 교직원들을 대상으로 한 연구에서는 항공기 소음이 혈압이나 정신적 스트레스와 유의한 관련성을 보이지는 않았다 [3]. 군용비행장 인근 주민들에 대한 연구로는 Lee 등 [4]이 군용비행장 인근 주민들에서 청력저하, 고혈압 유병률 등이 높게 나타나는 것을 보고한 바 있고 Ju와 Kwon [5]은 군산, 대구, 춘천지역의 미군비행장에서 발생하는 소음에 노출되는 주민

들에서 수면장애, 청력 저하 등의 건강문제가 많이 발생하고 정신 심리적 건강 수준도 더 나쁘다고 보고하였다. 공군사격장 인근 주민들의 피해를 조사한 연구에서는 노출군에서 전신증상과 고혈압, 난청이 높게 나타난 사실이 보고되었다 [6].

K-55, K-6 등 두 개의 미군 군용비행장이 위치한 평택시는 비행장 주변 주민들의 피해호소에 따라 2002년 비행장 인근지역의 항공기 소음과 진동을 측정하였고 [7], 2004년에는 비행장 인근 주민을 대상으로 건강영향조사를 실시하였다. 조사결과 항공기 소음 노출수준이 심각하고 주민들의 건강피해도 있는 것으로 판단한 평택시는 항공기 소음피해를 객관적이고 과학적으로 규명하기 위한 주민 건강조사를 계획하고 본 연구진에 의뢰하였다.

본 연구는 평택 군용비행장 주변 주민들을 대상으로 항공기 소음의 건강영향을 밝히기 위하여 실시하게 되었고 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 비행장 주변 지역의 소음을 측정하여 마을별 항공기 소음 노출 수준을 평가하고 건강영향평가의 노출지표를 제공한다. 둘째, 비행장 주변 주민들의 청력, 심혈관 건강, 정신 건강상태를 조사하여 유병률을 파악한다. 셋째, 주요 건강문제와 항공기 소음과의 관련성을 평가한다.

대상 및 방법

1. 연구대상지역의 선정

연구대상지역은 평택시에 위치한 군용비행장인 K-55 주변지역, K-6 주변지역, 그리고 대조지역으로 나누었다. 조사대상 지역의 소음노출 수준에 대해서는 이미 소음 측정 전문 기관에서 여러 차례 관련 연구들이 있었고, 그 결과들은 이번 연구에서 노출수준을 구분하는데 참고로 사용되었다. 전투기가 이착륙하는 K-55 비행장 주변에서 가까운 순서대로 4개 마을을 '전투기소음 고노출군'으로, 2개 마을을 '전투기소음 중간노출군'으로, 헬기 비행장인 K-6 주변 2개 마을을 '헬기소음 노출군'으로 분류하였고 대조군은 비행장 경계로부터 약 10 km 지점의 항공기 소음이 적은 5개 마을을 선정하였다 (Figure 1).

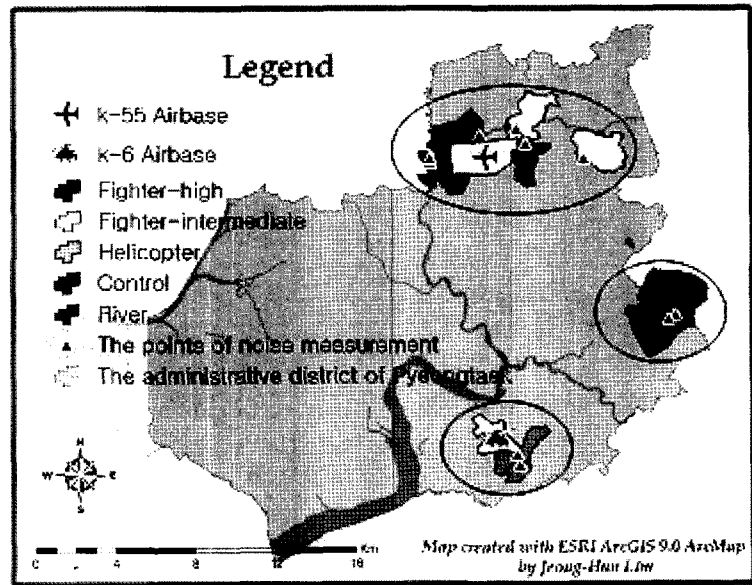


Figure 1. Study area.

2. 환경소음 평가

환경소음은 2005년 11월 17일부터 2006년 2월 4일까지 측정하였고, 마을당 한 지점씩 모두 11개 지점에서 실시하였다. 옥외측정을 원칙으로 하였으며 측정점은 그 지역의 항공기 소음을 대표할 수 있는 장소나 항공기 소음으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 장소를 택하였으며, 측정점 반경 3.5 m 이내는 평활하고, 시멘트 등으로 포장되어있고, 수풀, 수림, 관목 등에 의한 흡음의 영향이 없었다. 측정점은 지면 또는 바닥면에서 1.2~1.5 m 높이로 하여, 측정위치를 정점으로 한 원추형 상부공간 내에는 측정치에 영향을 줄 수 있는 장애물이 없는 장소를 선정하였다. 측정위치에 받침장치를 설치하고 소음계의 마이크로폰을 소음원 방향으로 향하도록 하여 측정하였다. 풍속이 2 m/sec 이상으로 측정치에 영향을 줄 우려가 있을 때는 방풍망을 부착하였고, 풍속이 5 m/sec를 초과할 때는 측정하지 않았다. 소음측정기는 KSC-1502에 정한 보통소음계 또는 동등 이상의 성능을 가진 것으로 누적소음측정기(SparkTM 706/703 Noise Dosimeter, Larson Davis, Depew, State of New York, USA)를 사용하였다. 소음계의 반응특성은 Slow, 청감보정회로는 "A", Exchange rate는 3 dB(A), 역치수준(threshold level)은 40 dB(A)으로 설정하여 측정하였다 [8].

환경소음은 주간 8시간을 측정하여 평균

값(Equivalent Continuous Sound Pressure Level; 이하 Leq)을 사용하였다. 항공기 소음 측정방법으로는 소음진동공정시험방법에 WECPNL (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)를 구하도록 되어 있지만 이 평가수준은 항공기 소음 자체를 평가하는 방법으로 시간대별로 항공기 통과 횟수에 대한 정보가 필요하다. 따라서 민간항공기 소음을 측정하는 데는 유용하나, 본 연구에서와 같은 이륙횟수가 일정하지 않고, 군사 보안상 이륙횟수를 파악할 수 없는 군용 항공기의 소음평가에는 적절하지 못하여, 본 연구에서는 소음 수준을 Leq로 측정하였다.

3. 건강조사

2005년 8월 21일부터 10월 30일까지 917 명에 대하여 건강진단을 실시하였다. 조사대상은 해당 지역에 거주하는 20세 이상 성인으로 하였고, 전수조사를 원칙으로 하였다. 먼저 해당지역의 주민등록 자료를 확보한 후 가정방문을 통해 실거주자를 확인하였고 최종적으로 조사에 동의한 사람을 연구대상으로 하였다. 전투기소음 노출 지역에 거주하는 주민 870명 중 542명이 조사에 참여했고(참여율 62%), 헬리콥터 소음 노출지역에 거주하는 주민 282명 중 150명(참여율 53%)이 참여하였으며 대조 지역에 거주하는 주민 558명 중 259명(46%)이 조사에 참여하였다. 최종 연구대

상은 조사에 참여하여 검진을 받은 951명 중 노출지역 거주기간이 5년 미만인 34명을 제외한 917명이었다.

설문조사 항목은 성, 연령, 학력 등의 인구학적 특성과 거주기간, 농업소음노출 유무 등 소음노출과 관련된 항목, 청력, 심혈관계, 정신과 질환, 소화기질환, 사고 등에 대한 질문으로 구성되어 있다. 사고력이 있다고 응답한 사람에 대해서는 사고 경위에 대한 인터뷰를 추가로 실시하여 사고 관련성을 평가하였다.

농업소음노출 유무는 농기계소음 노출시간의 총시간과 1인당 경작 농지의 면적을 조사하여 삼등분한 뒤 둘 중 하나가 적어도 보통 이상이면서, 동시에 다른 한 값이 '많음'이라고 한 경우를 '농업소음 노출군'으로 분류하였다. 군 소음노출은 군북부 여부 및 보직을 조사한 뒤 고소음 노출보직에 있었던 경우를 고노출군으로 정의하였다.

항공기 소음 노출이 청각에 미치는 영향을 평가하기 위하여 순음청력검사를 하였고, 다른 질환을 배제하기 위한 이경검사, 고막운동성검사를 실시하였다. 이경검사는 이비인후과 의사가 시행하였으며 모든 청력검사는 항공기 소음의 영향을 배제하기 위하여 대조지역에서 평일 오전 7시부터 12시 사이에 방음처리가 되어있는 박스(SAR-1200, single wall, Sontek, 경기도 파주, 대한민국)안에서 이루어졌다. 순음청력검사상 4000 Hz에서 40 dB 이상의 청력손실이 있고 삼분법 평균 청력 손실이 25 dB 이상이며, 다른 이과적 질환을 배제한 경우를 소음성 난청으로 정의하였다. 청력검사는 한국산업안전공단에서 청력정도관리를 받은 임상병리사 3명이 수행하였다.

항공기 소음 노출이 심혈관계에 미치는 영향을 평가하기 위하여 건강진단을 통해 혈압, 혈중 중성지방, HDL 콜레스테롤, 혈당을 측정하였다. 혈압은 반자동화혈압측정기(HEM-907, Omron, Kyoto, Japan)를 사용하여 측정하였다. 검사대상자는 공복 상태에서 의자에 앉은 자세로 5분간 안정을 취한 후 혈압을 측정하였다. 혈압은 양팔에서 각각 3회 측정하였으며, 3회 측정된 혈압에서 가장 근접한 2회 측정값의 평균을 구하였다. 양팔의 평균값을 비교하여 높은 혈압을 검사 대상자의 기준혈압

으로 하였다. 고혈압은 미국 고혈압 학회의 기준인, 수축기 혈압이 140 mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 90 mmHg 이상인 경우와 과거에 고혈압으로 진단받고 혈압강하제를 복용하는 경우로 정의하였다. 공복혈당이 126 mg/dL인 사람과 과거 당뇨병을 진단받고 투약중인 사람을 당뇨병으로 정의하였고, 중성지방은 200 mg/dL 이상을 고중성지방혈증으로, 저HDL콜레스테롤혈증은 남자는 40 mg/dL, 여자는 50 mg/dL 이하로 정의하였다.

정신건강조사는 정신과 전공의와 전문의의 직접면담 방식을 통해 실시하였다. 진단의 일관성을 유지하기 위해 3차례 위크숍을 통해 본 조사에 참여한 정신과 의사 6명에게 조사도구로 사용한 한국형 MINI-Plus (Mini International Neuropsychiatric Interview-Plus) 면담도구의 내용을 숙지하기 위한 교육을 실시하였고, 진단의 일치도를 높이기 위해 실제 환자를 대상으로 한 면담훈련을 공동으로 실시하고 평가결과를 서로 토론하는 과정을 거쳤다. 한국형 MINI-Plus는 구조화된 질문을 사용하게 되어 있어 객관성이 보장되며, 비교적 실시가 용이하고 시간이 덜 걸리며, 무엇보다도 현재 뿐 아니라 과거에 여러 가지 중요한 정신과질환을 앓았는지 여부도 측정이 가능하다. 신경정신과 영역의 건강조사는 객관적 검사결과 보다는 상당부분 본인의 주관적 진술에 의해 이루어질 수밖에 없는 만큼, 이번 연구처럼 일부 연구대상자가 자신의 직접적 이익과 관련된 소송에 참여하고 있을 경우 증상을 과장되게 호소할 가능성이 있다. 이러한 가능성을 최소화하기 위하여 심리검사인 SCL-90-R(Symptom Checklist-90-R)의 하위 척도 중 거짓말을 하거나 증상을 지나치게 과장되게 호소할 경우를 판별하는 지표로 사용할 수 있는 '정신증척도' 점수가 평균값에서 표준편차의 두 배 이상 되는 사람은 연구대상에서 제외하였다. 정신건강 조사참여자 834명 중 SCL-90-R의 정신증척도 점수가 70점을 초과하여 증상을 지나치게 과장되게 호소하거나 정신증이 의심되는 사람은 38명으로 이를 제외한 796명이 최종 결과분석 대상이었다.

본 연구는 단국대학교의료원 연구윤리 위원회의 승인을 받았으며 연구에 참여한

모든 대상에게 연구의 취지와 내용을 설명한 후 서면동의서를 받았다.

4. 통계분석방법

소음노출특성에 따른 집단별 인구학적 변수들은 카이제곱검정을 시행하였다. 항공기 소음 노출수준에 따른 소음성 난청의 비교위험도는 단변량분석에서 청력손실에 유의한 영향을 미쳤던 변수인 성, 연령, 농업소음, 군 소음노출을 보정한 다변량 로지스틱 회귀분석을 사용하여 산출하였다. 항공기 소음노출의 심혈관 건강 결과에 대한 효과는 다변량 로지스틱 회귀분석을 이용하여 각 비교위험도를 산출하였는데, 고혈압에 대해서는 성, 연령, 가족력, 흡연, 음주, 규칙적 운동, 고염식이, 고지방식이, 체질량지수, 농업 소음의 효과를 보정하였고, 당뇨병에 대해서는 성, 연령, 가족력, 흡연, 음주, 규칙적 운동, 체질량지수, 농업 소음 노출을, 고중성지방혈증과 저 고밀도지방혈증에 대해서는 성, 연령, 흡연, 음주, 규칙적 운동, 고지방식이, 체질량지수, 농업소음 노출을 혼란변수로 설정하였다. 심혈관 건강결과에서 영향을 미치는 소음은 장기간 지속적인 소음이라고 판단하여 군 소음 노출은 혼란변수로 선정하지 않았다. 항공기 소음 노출에 따른 주요 우울증, 불안장애, 일차성 불면증의 비교위험도는 다변량 로지스틱 회귀모형을 통해 산출되었고 모델에 포함된 교란변수는 성, 연령, 농업소음, 직업 등이었다.

결 과

1. 조사지역 소음 노출 수준

전투기 소음 고노출지역의 소음 수준은 77.7~81.5 dB(A)이었고, 전투기 소음 중간 노출지역은 67.7~73.1 dB(A), 헬기 소음 노출지역은 78.5~79.3 dB(A)이었고, 대조지역은 52.6~54.0 dB(A)이었다.

2. 조사대상의 인구학적 특성

조사대상자 917명의 노출특성별로 성별과 평균연령은 차이가 없었으나, 연령분포는 각 집단별로 차이가 있었고(p<0.019), 대조군과 전투기 소음 고노출군에서 젊은 연

령대의 비율이 더 높은 경향을 보이고 있었다. 교육수준은 대조지역에서 초등학교 졸업 이하가 제일 적고 전문대 이상 졸업자가 가장 많아 노출지역에 비해 높게 나타났다 ($p=0.042$). 대조군과 노출지역 모두 40년 이상 거주자가 43.1%~48.0%로 가장 많았으나 대조지역은 노출지역보다 20년 미만 거주자 비율이 더 높았다 ($p<0.001$) (Table 1).

노출군 별로 조사참여자와 비참여자의 일반적 특성을 비교해보면 전투기소음 노출지역에서는 조사 참여자의 평균연령은 56 ± 16 세, 남성의 비율이 46%이었으며 조사에 참여하지 않은 사람들의 평균연령은 57 ± 13 세, 남성 비율은 51%로 두 군 간에 유의한 차이가 없었다 (연령 $p=0.672$; 성별 $p=0.106$). 헬리콥터소음 노출지역에 거주하는 주민 중 조사 참여자의 평균연령은 59 ± 14 세, 남성의 비율은 47%이고 조사에 참여하지 않은 주민의 평균연령은 56 ± 13 세, 남성의 비율이 49%로 두 군 간에 유의한 차이가 없었다 (연령 $p=0.056$; 성별 $p=0.666$). 대조지역에 거주하는 주민 중 참여자의 평균연령은 57 ± 17 세, 남성 비율은 41%로 조사에 참여하지 않은 주민의 평균연령 55 ± 14 세와 남성 비율 45%와 유의한 차이를 나타내지 않았다 (연령 $p=0.488$; 성별 $p=0.273$).

3. 사고 및 질환력

항공기 소음 관련 사고 경험률은 대조군이 1.2%, '헬기소음 노출군'이 3.4%, '전투기소음 중간노출군'이 0.6%, '전투기소음 고노출군'이 5.8%로 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p=0.002$). 의사가 진단한 소화기질환 과거력에 대한 조사에서 위염, 위십이지장궤양, 위식도역류질환에서 집단별 차이는 없었으나 과민성대장증후군의 유병률은 '전투기소음 고노출군'이 가장 높았다 ($p=0.001$). 이명 유병률은 대조군이 27.1%, '헬기소음 노출군'이 49.3%, '전투기소음 중간노출군'이 49.3%, '전투기소음 고노출군'이 56.2%로 노출군에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p<0.001$). 관상동맥질환을 진단받은 경험은 대조군이 2.8%, '헬기소음 노출군'이 4.1%, '전투기소음 중간노출군'이 3.4%, '전투기소음

Table 1. General characteristics of the study subjects (N=917)

Characteristics	Control (n=259)	Helicopter (n=146)	Fighter-intermediate (n=179)	Fighter-high (n=333)	P
unit: n(%)					
Gender					
Male	100 (38.6)	69 (47.3)	80 (44.7)	155 (46.5)	0.204*
Female	159 (61.4)	77 (52.7)	99 (55.3)	178 (53.3)	
Age (years)					
Mean \pm SD	57.3 ± 16.3	59.6 ± 13.7	58.5 ± 15.0	56.4 ± 16.7	0.176**
Age					
< 30	23 (8.9)	4 (2.7)	7 (3.9)	32 (9.6)	0.019*
30 - 39	12 (4.6)	8 (5.5)	11 (6.1)	34 (10.2)	
40 - 49	35 (13.5)	24 (16.4)	34 (19.0)	42 (12.6)	
50 - 59	61 (23.6)	29 (19.9)	29 (20.7)	53 (15.9)	
60 - 69	62 (23.9)	41 (28.1)	41 (22.9)	91 (27.3)	
≥ 70	66 (25.5)	40 (27.4)	49 (27.4)	81 (24.3)	
Educational level					
Never	25 (9.7)	19 (13.0)	29 (16.2)	43 (12.9)	0.042*
Elementary	86 (33.2)	64 (43.8)	60 (33.5)	134 (40.2)	
Middle	46 (17.8)	21 (14.4)	38 (21.2)	40 (12.0)	
High	66 (25.5)	32 (21.9)	36 (20.1)	80 (24.0)	
College	36 (13.9)	10 (6.8)	16 (8.9)	36 (10.8)	
Residential period (years)					
< 20	69 (27.8)	26 (17.9)	26 (14.9)	39 (12.1)	<0.001*
20 - 29	45 (18.1)	21 (14.5)	36 (20.6)	66 (20.4)	
30 - 39	27 (10.9)	27 (18.6)	30 (17.1)	63 (19.5)	
≥ 40	107(43.1)	71 (49.0)	83 (47.4)	155 (48.0)	

* p values from Chi-square test, ** p value from ANOVA

Table 2. Prevalence of self-reported accidents, past medical history, and tinnitus according to aircraft noise exposure (N=917)

Variables	Control (n=259)	Helicopter (n=146)	Fighter-intermediate (n=179)	Fighter-high (n=333)	P
unit: n(%)					
Aircraft noise related accident	3 (1.2)	5 (3.4)	1 (0.6)	19 (5.8)	0.002
Gastrointestinal disease*					
Gastritis	64 (25.6)	35 (24.8)	38 (21.6)	94 (28.8)	0.352
Ulcer	23 (9.2)	12 (8.3)	13 (7.4)	24 (7.4)	0.856
Gastro-esophageal reflux	6 (2.4)	3 (2.1)	3 (1.7)	6 (1.8)	0.955
Irritable bowel syndrome	1 (0.4)	2 (1.4)	1 (0.6)	15 (4.6)	0.001
Coronary artery disease*	7 (2.8)	6 (4.1)	6 (3.4)	20 (6.0)	0.240
Tinnitus	68 (27.1)	72 (49.3)	73 (40.8)	187 (56.2)	<0.001

* Ever diagnosed by doctors, p values from Chi-square test

고노출군'이 6.0%이었으나 통계적으로 유의하지는 않았다 (Table 2).

4. 소음성 난청

외상, 중이염 등 다른 원인에 의한 청력 손실을 제외하고 최종분석에 포함된 사람들은 왼쪽 귀가 678명, 오른쪽 귀가 674명이었다. 왼쪽 귀 소음성 난청의 유병률은 대조군이 21.9%, '헬기소음 노출군'이 29.4%, '전투기소음 중간노출군'이 22.0%, '전투기소음 고노출군'이 31.5%로 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 성, 연령, 농업 소음, 군복무 소음 노출을 보정한 다변량 분석결과 '전투기소음 고노출군'의 대조군에 대한 소음성 난청의 비교위험도는 1.79 (95% C.I.=1.09-2.92)로 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 오른쪽 귀 소음성

난청의 유병률은 대조군이 19.7%, '헬기소음 노출군'이 36.8%, '전투기소음 중간노출군'이 28.5%, '전투기소음 고노출군'이 32.9%로 노출군이 대조군보다 통계적으로 유의하게 높았으며 ($p=0.004$), 대조군에 대한 비교위험도는 '헬기소음 노출군'이 2.76 (95% C.I.=1.49-5.10), '전투기소음 중간노출군'이 1.88 (95% C.I.=1.03-3.43), '전투기소음 고노출군'이 2.43 (95% C.I.=1.45-4.07)으로 모두 통계적으로 유의하게 높았다. 양측 귀 소음성 난청의 유병률은 대조군이 14.9%, '헬기소음 노출군'이 22.1%, '전투기소음 중간노출군'이 18.9%, '전투기소음 고노출군'이 22.6%로 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 성, 연령, 농업 소음, 군복무 소음 노출을 보정한 다변량 분석결과 '전투기소음 고노출군'의 대조군에 대한 소음성 난청의 비교위험도는 1.85

Table 3. Prevalence and odds ratios for hearing loss according to aircraft noise exposure

		Control	Helicopter	Fighter -intermediate	Fighter -high
Left (n=678)	Prevalence (n, %)	43 (21.9)	32 (29.4)	29 (22.0)	76 (31.5)
	OR* (95% C.I.)	1	1.44 (0.79-2.62)	0.95 (0.52-1.72)	1.79 (1.09-2.92)
Right (n=674)	Prevalence (n, %)	39 (19.7)	39 (36.8)	37 (28.5)	79 (32.9)
	OR* (95% C.I.)	1	2.76 (1.49-5.10)	1.88 (1.03-3.43)	2.43 (1.45-4.07)
Both (n=659)	Prevalence (n, %)	29 (14.9)	23 (22.1)	24 (18.9)	53 (22.6)
	OR* (95% C.I.)	1	1.75 (0.89-3.47)	1.47 (0.75-2.88)	1.85 (1.05-3.25)

*Adjusted for gender, age, agricultural and military related exposed noise by multiple logistic regression model

Table 4. Prevalence and odds ratios for cardiovascular health according to aircraft noise exposure from general linear model (N=888)

Cardiovascular health		Control (n=250)	Helicopter (n=145)	Fighter-intermediate (n=178)	Fighter-high (n=332)
Hypertension	Prevalence (n, %)	105 (41.7)	77 (52.7)	87 (48.9)	158 (47.7)
	ORa (95% C.I.)	1.00	1.55 (0.98-2.44)	1.27 (0.82-1.96)	1.44 (0.99-2.11)
Diabetes mellitus	Prevalence (n, %)	22 (8.7)	20 (13.8)	30 (16.8)	46 (13.8)
	ORa (95% C.I.)	1.00	1.66 (0.85-3.22)	2.07 (1.13-3.83)	1.69 (0.97-2.96)
Hypertriglycemia	Prevalence (n, %)	39 (15.6)	29 (20.0)	45 (25.3)	58 (17.5)
	ORa (95% C.I.)	1.00	1.23 (0.71-2.13)	1.71 (1.03-2.82)	1.10 (0.69-1.74)
Low HDL	Prevalence (n, %)	88 (35.2)	59 (40.7)	81(45.5)	112(33.7)
	ORa (95% C.I.)	1.00	1.33 (0.65-2.11)	1.55 (1.01-2.40)	0.99 (0.68-1.46)

Hypertension: adjusted for gender, age, family history, smoking, drinking, regular exercise, high salt diet, high fat diet, BMI, agricultural noise by multiple logistic regression model

Diabetes Mellitus: adjusted for gender, age, family history, smoking, drinking, regular exercise, BMI, agricultural noise by multiple logistic regression model

TG, HDL: adjusted for gender, age, smoking, drinking, regular exercise, high fat diet, BMI, agricultural noise by multiple logistic regression model

Table 5. Prevalence and odds ratios for neuropsychiatric diseases according to aircraft noise exposure (N=792)

Neuropsychiatric diseases		Control (n=226)	Helicopter (n=134)	Fighter-intermediate (n=156)	Fighter-high (n=276)
Major depression	Prevalence (n, %)	4 (1.8)	9 (6.7)	4 (2.6)	9 (3.3)
	OR* (95% C.I.)	1.00	3.81 (1.10-13.27)	1.35 (0.33-5.58)	1.91 (0.57-6.46)
Anxiety disorder	Prevalence (n, %)	8 (3.5)	9 (6.7)	6 (3.8)	32 (11.6)
	OR* (95% C.I.)	1.00	2.13 (0.77-5.83)	1.11 (0.37-3.30)	3.73 (1.65-8.47)
Primary insomnia	Prevalence (n, %)	7 (3.1)	15 (11.2)	6 (3.8)	37 (13.4)
	OR* (95% C.I.)	1.00	4.03 (1.56-10.47)	1.23 (0.40-3.76)	4.99 (2.14-11.64)

*Adjusted by age, sex, agricultural noise, and occupation by multiple logistic regression model

(95% C.I.=1.05-3.25)로 통계적으로 유의한 증가를 보였다 (Table 3).

5. 심혈관 건강

고혈압 유병률은 대조군이 41.7%, ‘헬기소음 노출군’이 52.7%, ‘전투기소음 중간노출군’이 48.9%, ‘전투기소음 고노출군’이 47.7%로 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 대조군에 대한 비교위험도는 ‘헬기소음 노출군’이 1.55 (95% C.I.=0.98-2.44), ‘전투기소음 고노출군’이 1.44 (95% C.I.=0.99-2.11)으로 통계적으로 유의하지는 않았으나 높은 경향을 보였다. 당뇨병 유병률은 대조군이 8.7%, ‘헬기소음 노출군’이 13.8%, ‘전투기소음 중간노출군’이 16.8%, ‘전투기소음 고노출군’이 13.8%이었고, 다변량 분석에서 대조군에 대한 비교위험

도는 ‘전투기소음 중간노출군’에서 2.07(95% C.I.=1.13-3.83)로 통계적으로 유의하게 높았으며, ‘전투기소음 고노출군’은 1.69 (95% C.I.=0.97-2.96)이었다. 고중성지방혈증의 유병률은 대조군이 15.6%, ‘헬기소음 노출군’이 20.0%, ‘전투기소음 중간노출군’이 25.3%, ‘전투기소음 고노출군’이 17.3%이었고, 저 HDL콜레스테롤 혈증은 대조군이 35.2%, ‘헬기소음 노출군’이 40.7%, ‘전투기소음 중간노출군’이 45.5%, ‘전투기소음 고노출군’이 33.7%으로 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p=0.045). 다변량 분석에서 저HDL콜레스테롤혈증의 비교위험도는 ‘전투기소음 중간노출군’에서 1.55 (95% C.I.=1.01-2.40)으로 통계적으로 유의하게 높았다 (Table 4).

10년 이상 거주한 사람을 대상으로 ‘전

투기소음 노출군’, ‘헬기소음 노출군’ 그리고 ‘대조군’의 세군으로 분류하여 고혈압 유병률을 분석한 결과 ‘헬기소음 노출군’의 비교위험도는 1.62 (95% CI=1.02-2.59)이였으며, ‘전투기소음 노출군’은 1.23 (95% CI=0.87-1.74)이었다. 자세한 분석결과는 타 잡지에 게재 되었다 [9].

6. 정신건강

주요우울증의 유병률은 항공기 소음 노출특성에 따라 차이가 없었으나 불안장애 유병률은 대조군(3.5%)보다 ‘헬기소음 노출군’ (6.7%), ‘전투기소음 고노출군’ (11.6%)에서 유의하게 높았으며 (p=0.001), 일차성 불면증도 대조군(3.1%)보다, ‘헬기소음 노출군’ (11.2%), ‘전투기소음 고노출군’ (13.4%)에서 더 높았다 (p<0.001). 다변량 분석결과 불안장애의 대조군에 대한 비교위험도는 ‘전투기소음 고노출군’에서 3.73 (95% C.I.=1.65-8.47)이었고 일차성 불면증의 대조군에 대한 비교위험도는 ‘헬기소음 노출군’이 4.03 (95% C.I.=1.56-10.47), ‘전투기소음 고노출군’이 4.99 (95% C.I.=2.14-11.64)로 나타났다 (Table 5).

고찰

군용항공기는 민간항공기와 달리 정확한 소음 노출 평가에 어려움이 있다. 군용항공기는 급격하게 속도를 높이거나 줄이려면 추력이 커야하므로 이착륙 및 선회비행시 발생하는 소음수준이 민항기보다 아주 높아 소음피해면적도 더 넓을 것으로 예상된다. 소음의 강도 뿐 아니라 군작전상 밤과 새벽에서 불규칙하게 비행이 이루어지기 때문에 주민들이 몸으로 느끼는 소음수준은 민항기처럼 그 소음수준을 예측할 수 있는 경우보다 더 클 수 있으며, 측정시기에 따라 다른 결과를 보일 수 있다. 그렇기 때문에 우리 연구에서는 마을간 비교를 할 수 있도록 여러 마을을 동시에 주간 8시간 측정하였는데(이 값은 본 논문에는 제시되지 않았음) 2003년 다른 기관에서 같은 지역에 대하여 2-4일씩 3차례에 걸쳐 측정하고 WECPNL에 의해 평가한 소음노출수준과 유사한 양상을 보였다 [7].

평택 군용비행장 주변의 항공기 소음 수준은 주간 8시간 측정값이기 때문에 단순 비교하기 어렵지만 평균 80 dB에 육박하고 있으며, 8개 노출지역 측정점에서 모두 세계 각 기관에서 수용 한계로 제시하고 있는 65 dB을 초과하고 있었다. 또한 8개 측정점 가운데 7개에서 미국 환경청의 청력손실예방을 위한 24시간 평균 소음도 기준인 70 dB을 초과하고 있다. 특히 '전투기소음 고노출군'으로 선정된 4개 마을은 2003년 다른 기관에서 2-4일씩 3차례에 걸쳐 평가한 WECPNL이 국내 항공법 소음 노출 제1종 지역 기준인 95 dB을 넘을 정도로 심각한 소음에 노출되고 있었다.

이번 조사는 국내에서 수행된 항공기 소음의 건강영향에 대한 연구와 다른 몇 가지 특징이 있다. 첫째, 연구대상 수가 지금까지 국내에 보고된 것 가운데 가장 많다는 점이다. 둘째, 조사내용이 기존에 소음의 영향을 받는 것으로 보고된 바 있는 청력과 이명, 심혈관계, 정신건강, 소화기질환을 모두 포함하여 포괄적이라는 점이다. 셋째, 앞선 연구들보다 객관적인 측정방법을 사용했다는 점에서 의의가 있다.

먼저 소음과 사고의 관계에 대해서는 기존 연구가 충분하지는 않았다. 고속도로의 소음과 사고의 관계를 연구한 Elvik과 Greibe는 소음 노출 여부가 사고 발생을 유의하게 증가시키지는 않는다고 주장했다 [10]. 그러나 우리 연구에서 항공기 소음으로 인해 사고를 당했다고 응답한 사람들은 전투기소음 고노출군에서 대조군에 비해 약 6배 정도 높았으며, 응답의 정확성을 확인하기 위해 항공기 소음 관련 사고를 경험했다고 응답한 사람들에게 전화 인터뷰한 결과, 사고는 주의력이 떨어져 농작업 도중 사고를 당하거나 갑작스런 소음 노출 이후의 청력 손상, 항공기 추락 사고로 인한 정신적 충격 등으로 나눌 수 있었다. 또한 대상자들은 특별한 부상이나 사고를 경험하지는 않았다고 하더라도 항공기의 이착륙 시 큰 소음에 노출되기 때문에 자주 넘어지거나 다치는 경우가 있다고 보고했다. 이는 기존 연구들을 검토한 Wilkins와 Acton이 집단 간 비교 연구에서 소음에 더 노출된 집단의 사고 발생 빈도가 더 높으며, 소음 노출에 따라 사고

가 증가하는 원인은 소음으로 인해 주의력이 떨어져 사고 위험이 증가한다는 주장과 일치하는 것이다 [11].

소화기질환의 경우, 의사에 의하여 진단 받은 질환의 유병률을 비교한 결과 위염, 위궤양, 위식도역류질환은 항공기 소음 노출에 따라 유병률의 차이가 없었으나 과민성대장증후군의 유병률은 대조군보다 항공기 소음노출군에서 더 높았다. Dancy 등은 과민성대장증후군 환자 31명을 대상으로 일상생활의 스트레스와 질환의 증상 발현 사이의 관계를 연구했는데, 다중 회귀분석 결과 일상생활의 스트레스는 증상 발현을 유의하게 높였다 [12]. 그러나 본 연구에서는 과민성대장증후군을 앓는 사례가 너무 적어서 충분한 분석을 할 수 없었다. 앞으로 과민성대장증후군을 앓는 경우를 대상으로 소음과 증상 발현의 관계를 조사하거나 건강보험 자료를 이용하여 거주 지역의 소음 노출 정도와 과민성대장증후군의 유병률의 관계를 조사하는 연구가 더 필요하다.

본 연구에서 항공기 소음은 난청과 관련이 있는 것으로 나타났다. 연구대상의 연령층이 고령이 많아 실제로 장기간의 소음의 영향뿐 아니라 노인성 난청의 영향을 함께 고려해야 하지만 이는 대조군과 노출군 모두에 해당하는 문제이다. 다변량 분석에서 '전투기 소음 고노출군'의 소음성 난청 비교위험도가 증가한 점은 항공기 소음이 소음성 난청을 유발한다는 것을 시사하고 있다.

난청에 대한 조사를 항공기 소음 노출 중단 후 일정한 시간이 경과한 후에 하지 못했기 때문에 일과성 소음성 난청을 영구 소음성 난청으로 잘못 분류했을 가능성이 있다. 그러나 노출시간을 예측할 수 없는 군 항공기 소음의 특성상 극복할 수 있는 제한점은 아니었다.

한편 '헬기소음 노출군'과 '전투기소음 중간노출군'에서 오른쪽 귀는 소음성 난청의 비교위험도가 통계적으로 유의하게 증가했으나 왼쪽 귀는 그렇지 않았다. 일반적으로 소음성 난청은 왼쪽 귀에서 더 심하며, 그 이유는 군사적 소음 노출 시 왼쪽 귀에 더 큰 소음이 노출되기 때문이라고 알려져 있다 [13]. 그러나 여러 연령의

일반인구집단을 대상으로 한 대규모 조사에 의하면 왼쪽 귀는 4000 Hz에서 오른쪽 귀보다 심한 청력손실을 보이나, 회화영역 주파수에서는 오히려 더 청력이 좋은 것으로 보고하고 있다 [14]. 우리 연구에서 소음성 난청은 4000 Hz에서 40 dB이상의 중등도 이상의 청력손실이 있고 삼분법에 의하여 25 dB이상의 정도 청력손실이 있는 경우로 정의했기 때문에 왼쪽 귀의 소음성 난청 유병률과 비교위험도가 오른쪽 귀보다 낮은 것으로 나타났을 가능성이 있다. 하지만 국내 연구에서 수행된 다른 연구들에서는 이와 같은 경향이 나타나지 않아 정확한 결론을 내리기 위해서는 추가 연구가 필요할 것으로 생각한다.

고혈압에 대한 분석에서 통계적 유의하지는 않았지만 5년 이상 항공기 소음에 노출된 사람에서 고혈압 유병률이 높게 나타났으며 10년 이상 거주한 사람을 대상으로 한 분석에서는 '헬기소음 노출군'에서 고혈압 유병률이 대조군에 비해 유의하게 높게 나타나 항공기 소음과 고혈압 유병률의 증가가 관련성이 있을 가능성을 보여주었다 [9]. 소음이 고혈압의 발생을 증가시키는 것은 잘 알려져 있다. 특히 자동차 소음과 공장에서 발생하는 지속적인 소음이 고혈압의 발생 증가와 관련이 있는 것으로 알려져 있다 [15-18]. 그러나 비행장에서 발생하는 항공기 소음이 고혈압 발생에 영향을 미치는지는 명확하지 않다. Vacheron [19]은 비행장 주변에 거주하는 사람에서 고혈압의 유병률이 높은 것을 보고하였으며, Rosenlund 등 [20]은 항공기 소음과 고혈압의 유병과 관계가 있을 가능성을 보고하였다.

당뇨병 유병률은 '전투기소음 중간노출군'이 대조군보다 2.07배 높았고, '전투기소음 고노출군'에서는 1.69배 더 높은 것으로 나타났다. 항공기 소음에 의한 당뇨병 유병률의 증가를 보고한 문헌은 드물지만, Spreng [21]은 평균 소음 수준 53 dB 정도에서도 코티졸 분비를 증가시켜 만성적인 항공기 소음 노출이 당뇨병 유병률을 증가시킬 가능성이 있음을 지적하였다.

고중성지방혈증과 저HDL콜레스테롤혈증의 유병률은 '전투기소음 중간노출군'에서 각각 1.71배, 1.55배 더 높았는데 '전투기소음 고노출군'에서는 오히려 더 낮

았다. 그런데 우리 연구는 혈중 지질에 가장 큰 영향을 미치는 요인인 식이습관에 대하여 표준화된 영양조사가 이루어지지 않았고 유전적 요인 또한 평가되지 못했기 때문에 항공기 소음노출과 고지혈증의 관련성에 대해서 명확한 결론을 내리기는 어렵다. 혈중 지질은 스트레스에 의해 악화될 수 있다고 알려져 있어 [22], 항공기 소음이 스트레스를 유발하여 혈중 지질을 변화시켰을 가능성이 있으며, 이를 규명하기 위해서는 혼란변수를 정확히 측정하고 보정하는 연구가 필요하다.

이상에서 볼 때 본 연구에서 관찰된 항공기 소음과 심혈관질환의 주요 위험요인과의 관련성은 항공기 소음이 심혈관 질환을 발생시킬 가능성을 제기하는데, 자가 보고한 관상동맥질환 유병률은 대조군, '헬기 소음 노출군'과 '전투기소음 중간 노출군', '전투기소음 고노출군'으로 갈수록 높아졌고, 양-반응 관계에 대한 통계적 검정 시 경계역의 유의성을 보였다.

항공기 소음은 심혈관질환 발생에 영향을 미치고 있는 것으로 받아들여지고 있는데, 1977년 Knipschild 등 [23]은 비행장 주변에 거주하는 사람에서 심혈관질환을 치료받고 있는 사람이 많은 것을 보고하였다. 그리고 Franssen 등 [24]은 비행장 주변 거주민에서 심혈관 질환에 대한 약 사용이 증가함을 보고하여 항공기 소음이 심혈관 질환과 고혈압의 발생에 영향을 미칠 가능성을 제시하였다.

한편 이 연구에서 가장 주목할 만한 결과는 항공기 소음이 정신건강과 관련된다는 것이다. 정신건강에 대한 조사에서 소음 노출 수준에 따라 주요 불안장애와 수면 장애 유병률이 차이를 보였으며 우울증은 헬기소음 노출군에서 우울증 유병률이 높았다. 이는 수 시간 동안 지속되는 헬기소음의 노출 특성과 관련이 있을 것으로 추정된다. 지금까지의 연구에 의하면 높은 강도의 소음에 노출되는 것은 두통, 메스꺼움, 정서적 불안정, 논쟁적 성향, 불안이나 긴장감, 불면의 증가, 이타적 행동의 감소와 같은 정신과적 증상과 관련이 있다는 연구들이 있다 [25-27].

Ward와 Suedfeld [28]는 교통소음에 노출되는 것이 사람들에게 더 많은 긴장과 불

확실성을 경험하게 하는 원인이며, 말을 더 빨리하게 만든다는 사실을 실험연구를 통해 알아냈다. 영국 런던 서쪽 히드로 비행장지역에서 실시된 연구에서 일부 피험자 집단은 항공기 소음에의 노출과 정신과 장애의 이환 사이에 유의미한 상관을 보였다는 결과를 보고한 바 있다 [29]. 소음과 심리적 장애 간의 관계를 설명하는데 있어 Cohen 등 [30]은 소음은 그 자체로도 스트레스가 될 뿐 아니라, 소음에 반복적으로 노출되는 것은 지각된 통제감의 상실과 학습된 무기력감을 초래할 수 있고, 이것은 또한 심리적인 장애에 걸릴 취약성을 증가시킨다고 보았다.

이상과 같이 소음이 정신과적 증상이나 질환의 유병률을 높인다는 보고가 일반적이긴 하지만, 이와는 반대로 별 상관 없다는 연구들도 간혹 있기는 하다. Grandjean 등 [31]은 항공기 소음에 노출되는 지역주민들을 대상으로 한 연구에서 정신과적 증상들과 항공기 소음은 관련성이 없으며, 아마도 정신과적 증상은 지역 주민들의 과도한 호소 때문일 것이라고 보고한 바 있으며, 교통소음과 정신질환은 관련성이 매우 적으며 불안증상에서만 일부 비선형관계가 있었다는 보고도 있다 [32]. 소음이 불면증과 관련이 있다는 연구는 상대적으로 많은 편으로 2001년도 독일의 본에서 개최된 유럽지역 WHO회의 보고서에는 항공기 소음 노출이 정신과 질환에 영향을 미친다는 증거는 한정적(limited)인데 비해 수면(특히 밤시간)에 영향을 미친다는 증거는 충분(sufficient)하다고 명기되어 있다 [1]. 수면에 관련하여 본 연구에서는 직접 면담과 설문조사도 병행하여 대부분의 이전 연구와 일치하는 소견을 얻었다. 다만 특히 설문지분석의 경우 자신의 증상을 다소 과장할 가능성이 있다는 점에서 조사결과를 그대로 신뢰하고 일반화하는 것에는 주의를 기울여야 할 필요가 있었으며 보다 객관적인 검증을 위해서는 수면다원검사 등의 기계적 검사를 시행할 필요가 있다.

앞선 연구들에서 대체로 소음은 스트레스로 작용하며 따라서 정신질환까지는 아니더라도 적어도 정신증상을 유발할 가능성이 매우 크다고 보는 것이 대체적인 결론이나 거의 대부분의 연구들은 자기기입

식 설문지를 이용하거나, 면담을 하더라도 구조화된 면담도구를 사용하지 않거나 정신의학적 전문지식이 없는 연구원이 작은 표본 수를 대상으로 면담을 실시하는 등 체계적이고 신뢰성 있는 연구는 아니었다. 그러므로 본 연구가 면담조사를 사용한 대규모 역학조사를 통해 항공기 소음 노출과 주요우울증, 불안장애 및 수면 장애의 관련성을 밝힌 것은 매우 중요한 의미를 지닌다.

이번 연구의 가장 근본적인 제한점은 연구 설계가 단면조사연구라는데 있다. 역학 연구에서 단면조사연구는 원인과 결과 간에 시간적 선후관계가 불명확하기 때문에 인과관계를 주장하기는 어려운 점이 있다. 비행장 소음의 영향을 정확하게 평가하기 위해서는 질병이 발생하지 않은 상태의 조사대상자들을 장기간 추적 관찰하여 노출 정도에 따른 발생률을 비교하는 장기추적 조사를 해야 한다. 그러나 이미 비행장 인근에서 수십 년을 거주한 사람의 건강영향 평가에는 현실적으로 적용이 곤란하였다.

이 연구의 일부 결과들은 유병대응비(prevalence odds ratio)의 형태로 제시되었다. 유병대응비는 로지스틱회귀분석을 통해서 수월하게 추정할 수 있다는 장점이 있으나 난청, 고혈압, 당뇨병과 같이 유병률이 높은 질환의 경우에는 유병비(prevalence rate ratio)를 제대로 반영하지 못할 수 있다는 단점이 있으므로 본 연구결과의 해석에 주의를 요하는 부분이다.

이 연구를 수행할 당시 비행장 소음에 노출된 사람의 상당수가 소음피해 소송 중에 있었다는 사실이 연구결과에 영향을 미쳤을 가능성도 있다. 이는 수검률이 노출지역에서는 60%이었고 대조지역에서는 46%란 점에서도 확인된다. 즉, 대조군에서는 상대적으로 건강한 사람이나 건강에 관심이 많은 사람들만 조사에 참여했을 가능성이 있어 이러한 선택바이어스를 감안하여 연구결과를 해석해야 할 것이다. 그러나 이는 연구진이 대조지역에서 수검률을 높이기 위해서 가가호호 방문하여 조사에 참여하도록 호소하는 등 최선의 노력을 다한 결과이었다. 또한 정신과 진찰과 같이 피검사자의 주관적인 진술에 의존하는 검사의 결과에 영향을 미쳤을

가능성을 고려하여 정신 건강에 대한 분석에서는 과장된 증상을 호소하는 사람을 분석대상에서 제외시킴으로써 소송에 의한 영향을 최소화시키도록 노력하였다.

이번 연구를 통해 군용비행장 인근 주민들이 청력, 심혈관계, 정신건강에 많은 피해를 보고 있음을 알 수 있었다. 따라서 항공기 소음으로 인한 건강피해가 더 이상 발생하지 않도록 적절한 대책이 시급하게 수립되어야 한다. 특히 경호엔지니어링에서 조사한 소음피해대책에 관한 주민의견 조사에 의하면 야간시간대의 비행금지 및 헬리콥터의 경우 특정 장소에서의 정지 및 선회비행과 같은 비행행태의 조정, 그리고 학교시설에 대한 다중방음창 설치 등이 우선적으로 추진되어야 할 것으로 보인다 [7]. 또한 비행장 소음에 대한 효과적인 관리를 위해서는 무엇보다도 소음 발생 수준에 대한 상시적인 모니터링 체제와 기준 설정이 전제되어야 할 것이다.

비행장 소음으로 인해 피해를 받고 있는 주민들을 위한 건강관리대책도 적극적으로 수립할 필요가 있다. 소음성난청, 심혈관질환, 정신건강에 초점을 맞춰 주기적인 건강진단과 사후관리를 통해 주민 건강피해를 최소화하려는 노력이 필요하다.

이번 연구가 가지고 있는 제한점을 극복하기 위해 여러 군용비행장 인근 주민들을 포함시키는 보다 큰 규모의 장기적인 추적조사가 필요하다.

참고문헌

- World Health Organization Regional Office for Europe. WHO technical meeting on aircraft noise and health. [cited 2007 July 25]. Available from URL: <http://www.euro.who.int/document/NOH/aircraftnoisemtgprpt.pdf>.
- Kim JY, Yoo JH, Lee JK. A study on the influence of noise exposure to the health of a population. *J Korean Acad Fam Med* 1980; 10(11): 1-9. (Korean)
- Han SH, Cho SH, Koh K, Kwon HJ, Ha M, Ju YS, et al. The effects of aircraft noise on the hearing loss, blood pressure and response to psychological stress. *Korean J Prev Med* 1997; 30(2): 356-368. (Korean)
- Lee KJ, Park JB, Jang JY, Cho SM, Lee SW, Kim JG, et al. Health effects of aircraft noise on residents living near an airport. *Korean J Occup Environ Med* 1999; 11(4): 534-545. (Korean)
- Ju YS, Kwon YJ. Health states of residents near by U.S. military camps. *Korean J Aerosp Environ Med* 2004; 14(4): 126-134. (Korean)
- Cho SI, Kim JS, Lim HS, Cheong HK, Choi BS. A study on the effect of noise exposure to the health of a population. *Korean J Epidemiol* 1990; 12(2): 153-164. (Korean)
- Kyeong Ho Engineering Architects CO. *Survey of Noise and Vibration in U.S Military Campside (K-55, K-6) Town*. Pyongtaek: Kyeong Ho Engineering Architects CO; 2003. (Korean)
- Ministry of Environment. *The Method of Test for Noise and Vibration Process* (Hwan Gyeong Bu Gosi 2003-221). Gwacheon: Ministry of Environment; 2003. (Korean)
- Rhee MY, Kim HY, Roh SC, Kim HJ, Kwon HJ. The effects of chronic exposure to aircraft noise on the prevalence of hypertension. *Hypertens Res* 2008; 31(4): 641-647.
- Elvik R, Greibe P. Road safety effects of porous asphalt: A systematic review of evaluation studies. *Accid Anal Prev* 2005; 37(3): 515-522.
- Wilkins PA, Action WI. Noise and accidents: a review. *Ann Occup Hyg* 1982; 25(3): 249-260.
- Dancey CP, Taghavi M, Fox RJ. The relationship between daily stress and symptoms of irritable bowel: A time-series approach. *J Psychosom Res* 1998; 44(5): 537-545.
- Job A, Grateau P, Picard J. Intrinsic differences in hearing performances between ears revealed by the asymmetrical shooting posture in the army. *Hear Res* 1998; 122(1-2): 119-124.
- Pirila T, Jounio-Ervasti K, Sorri M. Left-right asymmetries in hearing threshold levels in three age groups of a random population. *Audiology* 1992; 31(3): 150-161.
- Leon Bluhm G, Berglind N, Nordling E, Rosenlund M. Road traffic noise and hypertension. *Occup Environ Med* 2007; 64(2): 122-126.
- Powazka EE. A cross-sectional study of occupational noise exposure and blood pressure in steelworkers. *Noise Health* 2003; 5(17): 15-22.
- Fogari R, Zoppi A, Vanasia A, Marasi G, Villa G. Occupational noise exposure and blood pressure. *J Hypertens* 1994; 12(4): 475-479.
- Hessel PA, Sluis-Cremer GK. Occupational noise exposure and blood pressure: Longitudinal and cross-sectional observations in a group of underground miners. *Arch Environ Health* 1994; 49(2): 128-134.
- Vacheron A. Cardiovascular effects of noise. *Bull Acad Natl Med* 1992; 176(3): 387-392. (French)
- Rosenlund M, Berglind N, Pershagen G, Jarup L, Bluhm G. Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. *Occup Environ Med* 2001; 58(12): 769-773.
- Spreng M. Noise induced nocturnal cortisol secretion and tolerable overhead flights. *Noise Health* 2004; 6(22): 35-47.
- Kim CH, Kim MH, Cho SI, Nam JH, Choi BY. The association between the psychosocial well-being status and adverse lipid profiles in a rural Korean community. *Korean J Prev Med* 2003; 36(1): 24-32. (Korean)
- Knipschild P. Medical effects of aircraft noise: community cardiovascular survey. *Int Arch Occup Environ Health* 1977; 40(3): 185-190.
- Franssen EA, van Wiechen CM, Nagelkerke NJ, Leuret E. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. *Occup Environ Med* 2004; 61(5): 405-413.
- Hiramatsu K, Yamamoto T, Taira K, Ito A, Nakasone T. A survey on health effects due to aircraft noise on residents living around Kadana airport in the Ryukyus. *J Sound Vib* 1997; 205(4): 451-460.
- Mills JH. Noise and children: A review of literature. *J Acoust Soc Am* 1975; 58(4): 767-779.
- Sheldon S, Evans GW, Stokols D, Krantz DS. *Behavior, Health and Environmental Stress*. New York: Plenum; 1986.
- Ward LM, Suedfeld P. Human responses to highway noise. *Environ Res* 1973; 6(3): 306-326.
- Tarnopolsky A, Morton-Williams J. *Aircraft Noise and Prevalence of Psychiatric Disorders, Research Report*. London: Social and community planning research; 1980.
- Cohen S, Glass DC, Phillip S. Environmental and health. In: Freeman HE, Levine S, Reeder LG, editors. *Handbook of Medical Sociology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1978. p.134-149.
- Grandjean E, Graf P, Cauber A, Meier HP, Muller R. A survey of aircraft noise in Switzerland. In: Ward ED, editor. *Proceedings of the international congress on noise as a public health problem*. Washington DC: US Environmental protection agency publications; 1973. p.645-659.
- Stansfeld S, Gallacher J, Babisch W, Shipley M. Road traffic noise and psychiatric disorder: Prospective findings from the Caerphilly Study. *BMJ* 1996; 313(7052): 266-267.