

〈종 설〉

소음 노출과 건강영향에 관한 최신 연구 동향

공군항공우주의료원

대위 정우철

The recent tendency of the survey on the relationship of Noise Exposure and Health effect

Aerospace Medical Center, ROKAF

Capt. Woo-Chul Jeong, M.D.

I. 서 론

‘소음’이란 건강에 영향을 미치는 여러 가지 환경인자 중에서 오래 전부터 널리 알려져 있는 전통적인 건강의 위험요인이다. 특히 소음은 공군에서는 조종사 및 정비 부대원들에게는 가장 크고 중요한 직업적 위험요인임과 동시에 민간에서 가장 많은 민원을 제기하는 부분이다. 하지만, 이렇게 소음의 영향에 대한 정확한 이해는 국방력 증진과 민간에 대한 군 신뢰도 증가와 관련한 면에서 중요하지만, 동시에 너무나도 흔히 공군 종사자들이 너무 쉽게 노출되는 위험요인이다 보니 그 영향을 노출 당사자나 연구자 모두가 간과하기 쉽다. 반면, 민간에서는 최근 들어 환경과 건강과의 관련성에 관심이 높아지면서, 이전까지는 소음과 같은 위험요인 등이 공장 등과 같은 작업장에서의 직업적 노출 문제에 한정되어 있다가 이제는 일반 생활에서 노출가능한 정도의 소음, 즉 환경적 노출문제에까지 확대되고 있다. 민간에 이러한 경향이 두드러지면서 특히 비행장 주변, 자동차 전용 도로 주변, 공장지대 주변의 주민들의 소음과 관련한 민원이 증가하고 있으며, 이에 따른 민간의 연구도 활발히 진행되고 있다.

* 주 소 : 충북 청원군 남일면 쌍수리 사서함 21호, 우편번호 363-849

항공우주의료원 연구부, 정우철

전 화 : 043-290-5486

E-mail : jwcdk@af.mil

이러한 연구들은 단순히 소음의 직접적인 영향인 청력 손실뿐만 아니라 소음의 간접적인 경로를 통한 건강영향에도 많은 관심을 나타내고 있다. 일반적으로 알려진 가장 큰 소음의 직접적인 건강영향은 청력손실이지만, 간접적으로는 스트레스를 증가시켜 관련 질환을 발생시킨다고 알려져 있다. 스트레스 유발원으로서 소음은 정신건강에 영향을 줄 뿐 아니라 인체의 자율신경계와 내분비계를 변화시켜 혈압, 지질, 혈액 점성도, 혈당을 증가시켜 더 진행되어 고혈압, 동맥경화증, 심근 경색 등의 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다(그림 1).⁽⁹⁾

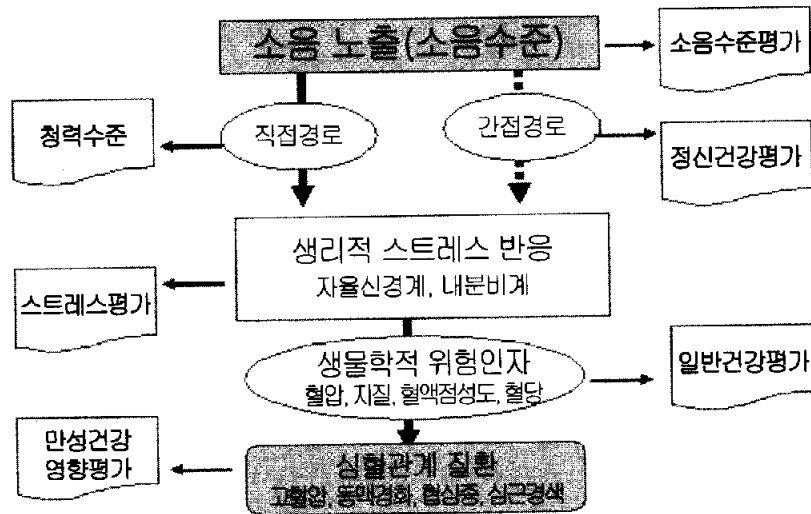


그림 1. 소음과 건강영향

또한 소음과 관련하여 민간에서 진행되고 있는 환경 의학 관점의 연구로서 환경의학 연구 방법론의 특성으로 인하여 다양한 연구 방법이 개발되고 있어, 이런 연구들의 고찰을 통해서 다양한 연구방법을 고안해 볼 수 있다. 여기서 이야기 환경의학 분야의 연구의 특성이라 함은 환경 위험요인의 노출인구를 정확히 규정하기가 직업적 위험요인의 노출과 비교하여 어려우며, 상대적으로 많은 인구대상을 하며, 그 노출 수준이 비교적 낮으며, 이에 따라 다양한 교란변수가 영향을 줄 수 있으므로 이에 대한 다양한 보정방법이 필요하다는 것이다(표 1). 소음과 관련한 이러한 연구들의 고찰을 통해서 소음과 관련한 다양한 건강영향에 주목을 함과 동시에 공군 내의 소음 노출자의 건강관리에 대해서 생각해보고자 한다.

표 1. 직업 역학과 환경 역학의 특징
Occupational and Environmental epidemiological studies

	Occupational	Environmental
Exposure	High	Low
	Well characterized	poorly characterized
	Local	Widespread
Risk	Large excess relative risk Attributable risk low	Small excessive relative risk Attributable risk high
Control for confounding	++	+/-

II. 국내 연구 동향

국내 연구들은 주로 군부대 주변, 즉 비행장 전투기나 사격장 소음의 건강영향에 관한 단면연구들이 진행되었다. 제일 먼저는 1990년대 초부터 많은 논란이 되었던 매향리 사격장 주변 주민들에 대한 연구로 당시 매향리 사격장 주변 주민 189명과 비노출군 111명에 대한 단면연구로 노출군에서 다양한 진신증상 호소율을 비롯하여 혈압과 난청 유병률이 높게 나타났다.⁽⁶⁾ 반면 한상환 등⁽⁸⁾이 시행한 연구에서는 군 비행장 주변 대학에서 근무하는 교직원을 대상으로 한 연구에서는 비행기 소음에 의한 소음과 청력손실이나 혈압 및 스트레스에서 대조군과 비교하여 뚜렷한 관련성을 나타내지 않았었다. 하지만 이후 진행된 연구에서는 이경중 등⁽⁵⁾이 군용비행기 소음 노출자 165명을 대상으로 한 연구에서 소음 노출군에서 고혈압과 청력저하의 유병률이 높은 경향성을 나타냈으며 또한 정신심리 평가에서 신경증적 정신증적 척도에서 노출군이 유의하게 높음을 관찰하였다. 가장 최근에 진행된 연구들에서는 임신장애와 수면장애 증가가 관찰되었으며,⁽⁷⁾ 또한 군비행장 및 사격장 주변 학교 학생들을 대상으로 한 단면연구에서 학생들의 인지기능 및 수행 능력 저하가 관찰되었다.⁽³⁾

가장 최근 연구로는 작년 평택 비행장 주변의 주민 대상으로 한 연구로 이 연구는 성인과 소아를 모두 대상으로 하였으며 다양한 건강영향에 대해 포괄적으로 조사하였다.⁽²⁾ 이 연구에서는 그전까지 제기되었던 많은 부분에 있어서 다시 한 번 확인이 되었다. 뇌심혈관 질환에서는 단순히 고혈압 유병률뿐만 아니라, 교감 신경흥분성의 증가와 대동맥 경직도 등의 증가를 관찰하였으며, 특히 정신질환과 관련해서는 범불안장애, 공황장애, 수면장애 등의 유병률이 높았으며 또한 헬기소음과 전투기소음 등의 각기 다른 소음 특성에 따라 다른 정신질환 유병률을 나타냈다. 아동을 대상으로 한 연구에서도 지능, 주의력평가, 행동평가 및 읽기 능력 등 다양한 면에서 노출군과 대조군이 차이를 보이고 있었다. 특히 이 연구에서는 소음이 건강영향을 일으키는 기전으로 알려진 스트레스 반응에 대한 조사를 별도로 실시하였다. 비행기 소음에 따른 심박변이도의 직접적인 영향을 관찰하였으며, 이를 통하여 소음과 교감신경의 흥분성과 연관성을 발견하였다. 따라서 소음이 심혈관 및 정신건강에 영향을 미치는 기전이 자율신경계의 변화에 의한 것일 수 있다고 제안했다.

최근까지의 국내 연구를 종합해보면 전투기나 사격장 소음이 주변 주민들에게서 주관적 증상 호소율의 증가 청력저하, 고혈압 유병률의 증가, 정신증상 호소 증가, 임신장애, 수면장애, 아동의 인지기능 및 학업 수행 능력 저하 등과 연관성이 있음을 보여주고 있다.

Ⅲ. 분야별 연구 동향

1. 소음노출과 스트레스

소음 등의 환경적 요인이 인간의 행동과 어떠한 관련성이 있는가의 관점은 나름대로의 근거를 가지고 다양한 이론들이 제시되고 있지만, 현재는 스트레스 이론이 가장 거론이 많이 되고 중심이 되는 이론이다.⁽¹⁵⁾ 이 이론은 소음, 추위와 더위, 자연재해 등의 환경적 자극을 유기체의 안녕을 위협하는 혐오자극인 '스트레스 요인'으로 보고, '스트레스'는 이러한 자극에 대한 반응을 지칭하는 것이다. 이러한 반응에는 신체 생리적 요소, 정서적 요소, 행동 및 수행적 요소가 포함된다.⁽¹⁰⁾ 대중적으로 널리 알려진 스트레스는 학문적 관점에서 정의하자면 그리 간단하지가 않다. 크게 세 가지 모델로 스트레스의 개념을 설명하는데 첫째, '반응으로서의 스트레스' (stress as reponse)이며,

처음 Seyle(1956) 등⁽³⁰⁾이 '일반적응증후군' (general adaption syndrom) 이론을 주창하며 나온 모델이다. 두 번째로는 '자극으로서의 스트레스'(stress as a stimuli)이며 최근 까지도 스트레스와 관련된 연구에서 가장 보편적이고 일상적인 정의이다. 이러한 자극들을 반응으로서의 스트레스와 구별하기 위해 스트레스 요인(stressor)이라고 따로 정의하기도 한다. 이 모델은 스트레스가 영향을 주는 개인 활동, 특성과 상관없이 객관적으로 기술되는 성질을 지닌 자극(stimulus)로 이해한다. 세 번째 관점으로는 관계론적 개념을 중시한 모델로 '역동적 상호작용으로서의 스트레스' (transactional model of stress)이다. 이는 스트레스를 자극(stimulus)과 조절인자(modulating factor) 사이의 상호작용(interaction)으로 보는 관점으로, 특히 매개체로서 환경과 다양한 상호작용을 하는 개인의 특성을 강조하는 이론이다. 각각의 모델은 나름대로의 장·단점이 존재하며 실제 연구에 적용할 경우에는 다양한 관점의 이론에 입각하여 연구 계획을 시행한다. 여기서 그러한 내용을 다 기술하기에는 지면의 한계가 있으므로 더 이상 언급하지는 않겠다. 실제로 소음과 스트레스의 연관성에 관한 연구들은 이런 모든 관점에서 소음의 건강영향에 접근하고 있으나 소음 자체는 스트레스 유발요인(stressor)으로 정의하여 그에 대한 다양한 반응과 상호작용을 연구하고 있다.

'스트레스가 개인에 대한 환경의 요구와 부담이고, 유기체의 적응한계를 넘어서는 것이며, 결과적으로는 개인의 심리적, 생리적 상태를 변화시켜 질병에 취약하게 만들게 된다'는 관점으로 스트레스가 환경론적, 심리적, 생물학적 관점에서 통합되어 건강에 부정적인 영향을 준다는 것이 최근 스트레스 연구의 주류적 관점이다. 이에 따라서 소음과 관련한 연구결과 들을 살펴보면 소음은 중추신경계를 활성화시키고 신체의 여러 체계에서 스트레스로 인한 유사한 반응을 일으키는 것으로 나타나고 있는데, 이런 근거로, 소음을 스트레스로 보는 관점을 지지하고 있다.

Lazarus(1977) 등⁽²³⁾은 어떤 자극이 스트레스인지 여부를 결정하는데 있어 개인의 인지적 해석이 중요하기 때문에, 어떤 소리가 소음에 해당하는지의 여부는 그 소리의 생리적, 심리적 구성요소 모두에 의해 결정되기 때문에 소음의 물리적 속성과 그것을 지각하는 개인적 요인 큰 영향을 미친다.^(31, 1) 특히 인지 심리적 구성요소로 '예측성'과 '통제가능성'이 특정 자극을 스트레스로 인지하는가에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 소음의 지각에는 소리의 크기, 주파수 구성, 지속시간, 발생횟수, 소음 수준의 변동 등의 물리적 속성과 더불어 앞에서 이야기한 인지심리적 구성요소 이외에도, 소음 노출자들이 복지에서 소외당한다고 느낄 때, 소음과 공포과 연결될 때, 소음

노출자들의 다른 환경적 요인들에 불만족스러울수록 소음을 더욱 불편하게 자각하게 된다.(11, 21, 16)

2. 소음노출과 심혈관 건강

직업적인 소음 노출자나 공항 주변 소음이 많은 지역 주민들을 대상으로 한 연구에서 소음은 인체에 일시적이며 동시에 영구적인 생리적인 변화를 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 급성 소음 노출이 주로 자율신경계와 내분비계를 활성화시키며, 이것이 혈압, 심박동수 증가, 혈관 수축과 같은 일시적 변화를 일으키며, 만성 노출 후에 취약자들에게서 고혈압과 허혈성심질환 같은 영구적 질환 상태로 진행할 수 있다.

James 등(2002)⁽²⁰⁾은 1999년까지 소음노출과 혈압 및 허혈성 심장질환에 관한 43편의 역학연구를 메타 분석한 결과 그 크기는 작지만 명확한 혈압의 상승을 보고하였다. 직업적 노출의 경우 8시간 Leq 기준으로 소음 5dB 증가에 따라 고혈압 비교위험도가 1.14배(95% 신뢰구간 1.01-1.29)가 증가하는 것으로 나타났다. 민간 공항의 연구로 스웨덴에서 공항 주변 주민 2,959명을 대상으로 한 연구가 있다.⁽²⁹⁾ 개인 소음 노출을 소음 등고선을 이용하여 추정하였으며 55dBA 이상의 항공기 소음에 노출된 집단에서 고혈압 비교위험도가 1.6배(1.0-2.5)로 나타났으며 72dBA 이상에 노출된 집단에서는 1.8배(95% 신뢰구간 : 1.1-2.8)로 관찰되었다. 군용항공기의 경우는 오키나와 미군기지 주변의 40세 이상 주민들을 대상으로 한 연구가 있었으며 여기서는 60dB 이하를 기준으로 70dB 이상에서 고혈압의 위험이 1.37배(95% 신뢰구간 : 1.19-1.57) 증가하는 것으로 나타났다.

3. 소음노출과 청력저하

소음노출로 인한 청력저하는 일반적으로 가장 많이 알려진 건강영향이다. 주로 90dBA Leq의 소음에 10년 이상 노출되면 50dB 이상의 난청을 보일 가능성이 5%에 해당하며, 평생노출되면 11%의 가능성을 보이게 된다. 하지만 소음이 100dBA로 높아진다면 10년 후 50dB 이상의 산청이 생기는 가능성은 17%, 평생노출 후 50dB 이상의 난청이 생길 가능성은 32%로 높아진다. 많은 연구에서 1년에 250일 이상, 하루 8시간 10년 이상 소음에 노출될 경우 4000Hz 의 청력저하 정도에 크게 다르지 않은 결과를 보고한

다.(25, 27, 35) 반면 Robinson(1994) 등⁽²⁷⁾의 연구에서는 75dBA 이하에서는 소음성 난청이 거의 발생하지 않은 것으로 보고하였으며, 이 기준은 1999년 국제 표준(ISO 1999)으로 인정되었다.

비행기 소음과 관련하여, 여러 국가에서 비행장 주변의 주민들과 청력저하에 대한 많은 보고가 있었으며,^(12, 32, 20, 24) 국내에서도 춘천시와 군산시 비행장 주변 주민들과 매항리 쿠니 사격장 주변 주민들을 대상으로 한 연구에서 청력저하와 소음성 난청 질환등이 높게 나타남을 보고하였다.^(6, 7, 4)

4. 소음노출과 아동정신건강

최근 들어서는 비행장 주변 주민들 중 특히 아동들을 대상으로 하여 소음 노출과 주의력 및 학습능력 등과 같은 아동정신건강과의 연관성 연구가 많이 진행되고 있다. 1970년대 초반에 몇몇 소규모 실험적 연구들을 거쳐,^(13, 14) 최근에는 각종 교란 변수의 통제 방법이 발달하면서 1990년대 넘어 최근까지 연구들이 진행되고 있다.^(18, 19, 31) 국내에서 진행된 연구에서도 소음 노출군에서 주의력 평가와 지능 평가면에서 부정적인 결과를 나타냈으며, 우울증상이나 외적인 행동증상과의 연관성도 제시하였다.^(2, 3)

IV. 결 론

소음이 비록 전통적인 환경 유해인자로 이전부터 많은 사람들에게 알려져 있다 하더라도 소음과 관련한 건강영향의 연구는 현재도 다양한 방향으로 진행되고 있다. 흔히 일반인들에게 알려져 있는 청력저하 이외에도 스트레스 등의 간접적인 영향으로 인한 정신질환, 심혈관계의 영향 등이 연구되고 있다. 비록 본문에 언급하지는 않았지만, 소음노출과 자연 유산과 같은 생식건강과의 연관성도 최근 관심을 끌고 있는 부분이다. 이처럼 비록 전통적인 환경, 직업적 유해요인이라 하더라도 이전에는 미처 발견하지 못했던 다양한 건강과의 연관성이 논의 중에 있다. 물론 이러한 연구 모두가 어떠한 명확한 결론을 내렸다고 보기는 어렵다. 아직까지는 단면 연구 수준의 단순한 연구이거나 충분한 표본 수를 확보하지 못한 연구들이 많이 있으나, 계속해서 소음 노출군에 대한 대규모의 추적 조사 연구를 시행 중에 있다.

공군의 경우 매년 비행단에서 시행되고 있는 작업환경측정 결과를 살펴보면, 이런 민간에서 직업적 소음 노출군을 대상으로 하고 있는 연구의 소음 노출 수준보다 훨씬 높은 수준에서 직업적 소음 노출이 발생하고 있으며, 비록 소음 노출 작업자가 아니더라도 하더라도 환경 소음 노출 수준 역시 상당한 수준에 이르고 있다. 따라서 실제로 소음 노출군이라 할 수 있는 인구가 상당수에 이를 것으로 추정되며 이로 인한 건강영향의 크기도 민간의 그것과 비교해 커질 수밖에 없다. 따라서 소음과 건강영향의 연관성에 관한 연구는 공군에서는 지속적으로 관심을 가지고 진행되어야 할 중요한 주제이며, 단순히 청력저하 뿐만 아니라 다양한 건강영향에 대해서 지속적인 모니터링이 필요하다.

- 참 고 문 헌 -

1. 김병삼, 김재석, 박상규, 서명교, 전의찬, 정재춘. 소음진동학. 서울: 자유아카데미; 1997.
2. 권호장, 김동현, 김창훈, 김현주, 노상철, 백기청, 이무용, 임명호, 정재윤. 평택미군기지 주변지역 주민건강조사. 평택시 2006. 1.
3. 박정환, 김갑수, 박순우, 사공준, 이상원, 김종원, 최종탁. 군 비행장 및 사격장 주변 학교 소음 피해 실태조사. 대구광역시 교육청 2005. 2.
4. 유승훈, 김형중, 홍상모, 주영수, 송병호. 전투기 및 사격장소음에 의한 지역주민의 청력 변화조사. 대한청각학회지 2002, 6(1): 45-9.
5. 이경종, 박재범, 장재연, 조선미, 이세희, 김종구, 이순영,곽정자, 정호근. 비행기 소음이 지역 주민들에게 미치는 건강영향. 대한산업의학회지 1999: 11(4): 534-545.
6. 조성일, 김정순, 임현술, 정해관, 최병순. 소음 노출이 일부 지역주민의 건강에 미치는 영향에 관한 연구. 한국역학회지 제12권 제2호. 1990. 153-164.
7. 주영수, 권영준. 미군기지 인근 지역주민의 건강피해 실태. 항공우주의학회지 제14권 제4호 126-134.
8. 한상환, 조수현, 고경심, 권호장, 하미나, 주영수, 신명희. 군용 비행기 이륙소음이 청력, 혈압 및 스트레스 및 주관적 인지도에 미치는 영향. 예방의학회지 30(2) 1997. 356-368.
9. Barbisch W, Fromme H, Beyer A, Ising H. Increased catecholamine levels in urine

- in subjects exposed to road traffic noise: The role of stress hormones in noise research, *Environmental International* 2001, 26: 475-481.
10. Baum A, Singer JE, Baum C. Stress and the environment. *J Soc Issues* 1981, 37: 4-35.
 11. Borsky PN. Effect of noise on community behavior. In: Ward WD, Fricke JE editors, *Noise as a public health hazard*. Washington, D.C.: The American Speech and Hearing Association: 1969.
 12. Chen TJ, Chiang HC, Chen SS. Effects of aircraft noise on hearing and auditory pathway function of airport employees. *J Occup Med*. 1992 Jun, 34(6): 613-9.
 13. 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 Mar, 35(3): 231-43.
 14. Cohen S, Glass DC and Singer JE. Apartment noise, auditory discrimination and reading ability in children. *Journal of Experimental Social Psychology* 1973, 9: 407-33.
 15. Fisher JD, Bell PA, Baum A. *Environmental Psychology*, 2nd Ed. New York, Holt, Rinehart and Winston: 1984.
 16. Glass DC, Singer JE *Urban stress: experiments on noise and stress*. New York Academic Press 1972.
 17. Guignard JC. A basis for limiting noise exposure for hearing conservation. Report EPA-550/9-97-001-A, Environmental Protection Agency, Washington DC International Congress on Noise as a Public Health Problem, Dubrovnik, 1973. 777-84.
 18. Haines MM, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B and Head J. A following study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition. *International Journal of Epidemiology* 2001, 30: 839-45.
 19. Hygge S, Evans GW, Bullinger M. A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren. *Psychol Sci*. 2002 Sep, 13(5): 469-74.
 20. James DB, West R, Miller A. Will the increased military low-level association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: A meta-

- analysis. *Environ Health Perspect* 2002, 110: 307-17.
21. Kryter Kd. *The effect of noise on man*. New York, Academic Press: 1970.
 22. Lararus RS & Cohen JB. *Environmental stress*. In: Altman I, Wohiwill JF, editors, *Human behavior and the environment: Current theory and research*, Vol2. New York Plenum, 1977.
 23. Lararus RS & Launnier R. *Stress, appraisal and coping*. New York: Springer, 1984.
 24. Miyakita T, Yoza T, Matsui T, Ito A, Hiramatsu K, Osada Y. An epidemiological study regarding the hearing acuity of residents in the areawith high level of aircraft noise: results of hearing tests conducted in the vicinity of Kadena Air Base. *Jpn J Hyg* 2001, 56(3): 577-87.
 25. Passchier-Vermeer W. *Hearing loss due to exposure to steady-state broadband noise*. Delft, Netherlands : Research Institute for Public Health Engineering, Report 35.
 26. Proshansky HM. *Environmental psychology and the real world*. *Am Psychol* 1976; 31: 303-10.
 27. Robinson DW, Lawton BW, Rice CG *Occupational hearing loss from low level noise*. Contract research report no 68; Health and Safety Executive, 1994.
 28. Robison DW. *Rating the total noise environment - ideal or pragmatic approach?* Report EPA 550/9-73-008. International Congress on Noise as a Public health problem, Dubrovnik, 1973.
 29. Rosenlund M, Berglind N, Pershagen G, Jarup L, Bluhn G. Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. *Occup Environ Med* 2001, 58: 760-73.
 30. Selye H. *The stress of life*. New York, McGraw-Hill book company; 1956.
 31. Stansfeld SA. *Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiolgoical and psychophysiological studies*. *Psychol Med* 1992; Suppl 22: 1-44.
 32. Tsan Ju Chen and Pei Yin Hsieh. *Auditory effects of aircraft noise on hearing and auditory pathway function of school age children*. *Int Arch Occup Environ Health* 1993, 65: 107-111.
 33. WHO. *WHO environmental health criteria: noise*. WHO; 1996.

34. Wu TN, Lai JS, Shen CY, Yu TS, Chang PY. Aircraft noise, hearing ability and annoyance. Arch Environ Health. 1995 Nov-Dec, 50(6): 452-6.
35. Yerg RA, Sataloff J, Glorig A, Menduke H. Inter industry noise study. The effects upon hearing of steady state noise between 82 and 92 dBA. J Occup Med. 1978 May, 20(5): 351-8.
36. Matsui T and Miyakita T. Association between blood pressure and aircraft noise exposure around Kadena airfield in Okinawa. The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering. The Hague, The Netherlands, 2001.

