

소음이 건강에 미치는 영향

- 산업현장을 중심으로 -

김 정 만

한국산업위생학회 회장 · 동아대 환경 및 산업의학연구소 소장

The Health Effects of Industrial Noise

Jung Man Kim

Director, The Society of Industrial Hygiene · Director, The Insitite of Environmental and Occupicational Medicine

1. 머리말

산업과 문명이 발달할수록 그 지역사회의 소음은 날로 더 하여져서 직접 또는 간접으로 주민들의 건강에 좋지 못한 영향을 끼치게 된다.

소음의 발생원을 따져 보면 여러 가지여서 자동차, 기차, 선박 등 수륙 교통기관을 비롯하여 공항 근처에서 빈번히 들리는 항공기의 이, 착륙음, 건설공사장, 오락장, 발전소, 실내 공기 조절장치, 라디오, 텔레비전 등 이루 헤아릴 수 없으며, 공장에서 새어 나오는 소음도 또한 결코 무시할 수 없다.

외국의 여러 도시에서와 마찬가지로 우리나라의 서울을 비롯하여 중소도시에 이르기까지 소음 발생은 날로 심하여져서 일반 주민들의 비상한 관심을 모으고 있다.

모든 소리는 물리학적으로 그 진동의 파형이 규칙적인 것을 악음(樂音)이라 하고, 그 파형이 불규칙하고 반복되지 않는 소리를 소음이라고 정의하고 있으나 공해인자(公害因子)로서 볼 때에는 주관적으로 판단하여 듣기 싫고 시끄럽게 느껴지는 소리를 소음이라고 정의하고 있다. 예를 들어 아무리 좋은 음악이라 할지라도 듣는 사람에 따라, 또는 시간이나 장소에 따라서는 소음이 될 수도 있고, 반대로 건설공사장에서 퍼져 나오는 강렬한 망치 소리와 기계소리들도 듣는 사람에 따라서는 사회발전의 상징으로 흐뭇하게 느낄 수도 있다.

소음에 의한 생리적 또는 심리적인 장애에 대하여는 여러 학자들이 각자의 연구분야에서 연구하고 있지만 위에서 말한 바와 같이 소음을 받는 사람의 심리적인 환경이나 감정적인 개인차들을 생각하면 일정한 기준에 의하여 인체가 받는 피해도를 판정하기는 매우 어렵다.

현대 산업화된 사회에서 소음으로부터 벗어나기는 힘들다. 소음이 현대 사회에서 중요한 문제로 대두됨에 따라 소음 노출로 인한 건강위해로부터의 보호와 소음저감을 위한 대책

이 중요하다고 볼 수 있다. 산업장의 소음은 여러 작업공정에서 필연적으로 발생하여 소음성 난청의 원인으로서 뿐만 아니라 재해의 발생이나 작업능률의 저하 등 직접적인 각종 피해를 야기 시킨다. 그리고 이러한 청각장애 이외에도 심혈관계 질환과 고혈압의 발생에 영향을 미친다는 보고가 있으며, 심한 소음 수준은 급격한 스트레스와 정신장애를 유발시키는 요인으로 작용하고, 수행행동능력장애, 수면장애, 대화방해 등 건강과 일상생활에 영향을 준다. 이와 같은 소음으로 인한 청력장애로 신체적, 정서적, 행동학적, 사회적 기능에 미치는 영향에 대해서 많은 연구 보고가 있다.

우리나라의 경우 소음성 난청은 1991년 이후 특수건강진단에 의해 발견되는 직업성질환 유소견자중 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 그리고 또한 피검자의 10% 이상이 요관찰자(C)로 판정을 받고 있다.¹⁾ 1998년 소음성 난청 유소견자(DI)는 849명(43.5%), 업무상 질병으로서 난청은 232명(18.0%)을 차지하고 있다.²⁾ 1999년 제조업체를 대상으로 한 작업환경 실태조사에서도 전체 조사 대상 사업장 52,070개소 중 63.3%에서 소음발생 작업공정을 보유하고 근로자수로는 12.1%가 해당공정에 근무하고 있는 것으로 나타났다.³⁾ 업종별 평균소음수준이 연구자별로 차이를 보이며 우리나라 산업장의 업종별 소음공정의 전 주파수역음압수준은 과거에 비해 소음환경이 개선되고 있음을 보여주나 대부분의 제조업종에서 비교적 90 dB(A)를 초과하거나 허용기준에 근접하고 있음을 보여주고 있다.⁴⁾ 작업환경 중 소음은 1995-2000년 최근의 작업환경측정 결과에서도 소음의 노출기준 초과율이 1995년의 39.7%에서 2000년의 26.5%로 감소추세에 있으나 유해인자 중 가장 높은 초과율을 보이고 있다.⁵⁾ 또한 함으로 공장 자동화, 대형화 및 고속화로 인해 작업장의 소음이 더 높아질 것으로 미루어 본다면 이 소음성 난청에 대한 효과적이고도 지속적인 대책이 마련되지 않는 한 소음성 난청은 계속해서 우리나라에서 가장 심각한 직업병 문제로 지속될 것이다. 또한 소음성 난청은 이와 같은 규모만이 아니라 예방할 수 있다는 관리 측면 때문에 산업보건분야에서 중요한 위치를 차

E-mail: jmkim2@dau.ac.kr

Tel: 051-240-2915

Fax: 051-253-5729

지하고 있는 질환이다.

우리나라에서는 소음 노출 근로자에 대한 소음 측정, 평가 및 건강관리를 위한 특수건강진단을 실시하고 있으나 개별적이라고 볼 수 있다. 따라서 소음 노출로부터 건강보호를 위한 사전 예방과 지속적인 사후관리를 위한 소음성 난청의 진단, 치료 및 재활 등의 근로자 건강관리와 소음의 측정, 평가 및 저감을 위한 사업장 보건관리 측면에 여러 전문가 즉, 음향학, 산업공학, 건축공학, 산업위생학, 안전공학, 산업의학, 이과학 및 청각학 분야의 세심한 협조가 필요하게 되었다.

2. 본 론

2.1. 소음성 난청의 유병률

실제 소음성 난청은 우리나라 직업병 유소전자 중 가장 많이 발생하고 있는 직업성 질환이다. 1991년 3,990건을 최고로 1999년에는 1,056건으로 감소하고 있으나 전체 직업병 유소전자 중에서 소음성 난청이 차지하고 있는 비율은 55-60%로 전체의 절반이상을 차지하고 있다. 산업재해보상보험법에 의해 직업성 사고에 의한 상해나 업무상질병에 대해 요양과 보상을 하고 있는데 소음성 난청에 의한 직업병자는 매년 10-20%에 이르고 있다(Table 1). 그러나 여러 소음 노출 근로자의 연구 대상자의 성별, 업종, 청력장애 평가 적용기준(주파수, 역치평가방법-가중치 및 난청 최저기준역치)에 따라 다르지만 소음성 난청의 규모는 공식적인 자료보다 더 크고 심각한 것으로 생각된다.

2.2. 소음에 의한 건강영향

2.2.1. 불쾌감

소음으로 인하여 시끄럽다, 마음이 안정되지 않는다, 화가 난다와 같은 정서적인 불쾌감을 호소함이 많다는 것은 이미 알려진 사실이지만 이러한 불쾌감은 첫째로 소음의 강도와 관계가 깊어서 소음강도가 커질수록 불쾌감의 정도 또는 호소하는 사람이 많아진다.

Table 1. 소음성 난청 유소전자(C) 및 소음성 난청 직업병자(D1)수 추세

연도	전체 유소전자수	소음성 난청 유소전자수	비율 (%)	전체 직업병 요양승인자	소음성 난청 직업병자수	비율 (%)
1991	7,187	3,990	55.5	1,537	178	11.6
1992	5,942	3,345	56.3	1,328	311	23.4
1993	4,346	2,421	55.7	1,413	257	18.2
1994	3,197	1,746	56.9	918	212	23.1
1995	3,320	1,943	58.5	1,120	159	14.2
1996	2,978	1,736	58.3	1,529	163	10.7
1997	2,497	1,389	55.6	1,424	284	19.9
1998	1,953	849	43.5	1,288	232	18.0
1999	1,794	1,056	58.9	1,897	204	10.8

자료: 노동부의 근로자건강진단 실시결과 연보자료, 노동부 및 한국산업안전공단의 산재(직업병) 통계자료

물론 사회적인 조건, 주민의 관심도, 또는 개인의 감수성 등에 따라 다르기는 하지만, 일본 공중위생협회에서 조사한 바에 의하면 주민의 50%가 불쾌감을 호소하는 소음의 강도는 주택지역에서 50 dB(A), 상업지역에서 55~59 dB(A), 학교에서 50~54 dB(A), 병원에서 45~49 dB(A) 정도라고 한다. 항공기의 소음에 관하여는 70 dB(A) 이하일 때에는 별로 불평이 없으나 85 dB(A)을 넘으면 주민의 대부분이 불평을 호소한다고 한다. 영국소음위원회의 보고서에 의하면 낮에는 50 dB(A), 밤에는 35~40 dB(A)에서 주민의 약 30%가 소음에 의한 피해를 호소하였다고 한다.

불쾌감을 일으키는데 관계가 있는 둘째의 특징은 소음의 높고 낮음이다. 소음의 고저는 음파의 주파수(周波數)와 관계가 있는 것으로 높은 소리는 낮은 소리보다도 더욱 불쾌하게 느껴진다. 셋째의 특징은 소음의 강도 또는 주파수 구성이 늘 변화하는 경우에는 항상 일정할 때보다도 더욱 불쾌감을 준다. 더구나 소음의 강도가 변화하는 편이 주파수 구성의 변동보다도 더욱 큰 영향을 미친다. 다시 말해서 불연속적인 강한 기계소리와 부드러운 음악 소리는 강렬한 연속적인 소음보다도 더욱 주의력을 산만하게 한다.

2.2.2. 수면 장애

소음에 의한 피로의 원인의 하나로서 수면장애를 들 수 있다. 일본 후생성 공해과의 생활환경심의회 공해부 및 소음환경기준전문위원회에서 종합 검토하여 발표한 소음과 수면과의 관계를 보면 소음의 강도가 35 dB(A)인 때에는 30 dB(A)인 때에 비하여 잠들기까지의 시간이 약 20%쯤 늦어지며 또한 잠이 깨는 시간도 10%쯤 짧아진다고 한다. 그리고 소음의 강도가 55 dB(A)인 때에는 30 dB(A)인 때에 비하여 잠들기까지의 시간은 약 2배 즉 100% 늦어지고 잠이 깨는 시간은 거의 60%나 짧아진다고 한다.

뇌파(腦波)에 의한 수면의 깊이는 통상 0에서 3까지로 구분하고 있으며 수면의 깊이가 깊을수록 깊은 잠에 든 것을 나타낸다. 소음의 강도가 35 dB(A)인 때의 수면의 깊이는 평균 2.4이고 55 dB(A)인 때에는 평균 2.0이라고 한다.

이와 같이 소음에 의하여 수면이 방해된다는 것은 명백한 사실이지만, 그렇다면 수면을 방해하지 않을 정도의 소음 한계를 어느 정도로 볼 것인가에 대하여는 아직 정해진 바 없으나 어떤 사람은 사실상 소음이라고 느끼지 않을 정도의 소리, 즉 20~25 dB(A)에 노출되었을 때와 별다른 차이를 나타내지 않는 수준을 한계로 보아, 수면의 깊이로 볼 때는 27 dB(A), 호산구수(eosinophile)의 증감률로 볼 때, 34 dB(A), 호염기구수(basophile)의 증감률로 볼 때, 40 dB(A)이라는 수치를 제시하고 있다.

2.2.3. 작업능률의 저하

소음으로 인하여 심리적 활동과 작업능률이 떨어진다는 실험적 근거는 많다. 예를 들면 시끄러운 환경에서는 반응시간이 늦어지고 심하면 전혀 반응을 나타내지 않으며, 암산속도가 저하하고 답이 틀리는 율이 많아진다. 직포공에서 귀

마개를 쓰게 하였던 바 생산고가 오르고, 또 조용한 곳에서는 타자수, 또는 계산기 사용자의 능률이 오르고, 과오가 적어진다는 보고가 있다. 그러나 이와는 반대로 소음에 의한 영향을 인정할 수 없는 연구 보고도 많다. 사람의 작업능률에 영향을 주는 것은 복잡하며 비단 소음 뿐 아니라 온열 조건, 채광, 조명, 색채조건 등의 변화와도 관련되어 있으며 또한 작업자의 사기에도 깊은 관계가 있으므로 일률적으로 말할 수는 없다. 그러나 소음의 강도가 90 dB(A)을 넘으면 그 소리의 시간적 특성이 연속적이건 단속적이건 상관없이 또 소음에 익숙한 사람에서도 과오를 범하는 회수가 확실히 늘어난다.

2.2.4. 회화의 방해

소음에 의하여 회화음을 잘 알아듣지 못하는 것은 음폐효과(masking effect) 때문이다. 이 음폐효과는 소음의 강도가 클수록 심하고, 음폐음의 주파수 보다 높은 음역에서 현저하다. 회화음의 주파수 범위는 300~3,000 Hz이므로 저주파 내지 중주파음이 회화를 방해하는 일이 많다. 소음의 강도가 같을 경우에는 어음의 명료도, 단어의 이해도, 회화의 양해도 순서로 청취능력이 좋으며 청취한 음성의 강도와 소음의 강도와의 차이에 비례한다. 소음의 강도가 45 dB(A)인 때는 청취명료도는 약 80%이고, 통상적인 회화를 할 수 있는 거리는 약 4 m가 된다. 대중식당, 비서실, 체육관과 같은 곳에서는 이 정도의 소음이 허용되며 외부의 소음이 이 정도일 때에는 실내에서는 약 35 dB(A)이 적합할 것으로 추정하고 있으며, 큰 사무실, 상점, 백화점 회의실, 조용한 식당 등의 소음한계라고 보고 있다.

2.2.5. 생리기능에 미치는 영향

생리기능에 미치는 소음의 영향은 크게 자율신경계 및 내분비계에 미치는 것 두 가지로 나눌 수 있다.

자율신경계에 미치는 영향은 1930년 Laird 등이 50~60 dB의 소음에 노출되면 타액과 위액의 분비, 그리고 위의 운동이 억제된다는 것을 발표하였다. 이러한 소화기능의 변조 이외에도 소음으로 교감신경계의 긴장을 초래하여 혈압상승, 맥박수의 증가, 호흡수의 억제, 근육 긴장도의 증가, 뇌내압, 발한, 신진대사의 증가를 초래하고, 피부의 전기저항이 저하, 말초혈관의 수축을 일으킨다는 것이 알려져 있다. 그러나 이와 같은 변화는 곧 순화되어 계속하여 소음에 노출되면 점차로 없어진다.

한편 70 dB(A) 이상의 소음에 노출하면 ACTH가 혈액속에 많이 방출되기 때문에 부신피질 호르몬의 분비를 촉진시키게 된다고 주장하는 사람도 있다. 또 다른 사람들에 의하면 55 dB(A) 정도의 소음으로도 부신피질호르몬의 분비가 증가하기 시작하며 70 dB(A) 정도까지는 계속 증가하지만 85 dB(A) 이상의 강한 소음에 노출됨과 함께 정신적인 부하가 걸리면 반대로 저하한다는 사실을 소음에 노출될 때의 백혈구, 호염기성 백혈구의 증가, 호산성 백혈구의 감소, 노증 17OH-corticosteroid의 증가 등을 관찰하여 주장하고 있다.

중추신경에 미치는 영향으로서 뇌파에 변화가 나타나는데 50 dB(A) 정도에서 α 파의 blocking이 나타나고 70 dB(A) 정도에서 θ 파, β 파가 증가하며, 80 dB(A) 정도에서는 정신전류반사가 증가하거나 동물에서는 뇌조직 안의 암모니아 농도가 증가한다는 보고가 있으나 아직 일정한 결론을 얻지 못하고 있다.

그러나 귀로부터 들어간 소음은 시구하부(hypothalamus)를 거쳐 신피질(neocortex)로 신경자극을 보내며 또한 망상체를 거쳐 신피질에 이르는 자극과 함께 소리를 느끼고 식별하며 동시에 다른 정신활동에 영향을 끼쳐 기억력, 의지 등 정신작용을 방해한다.

2.3. 소음에 의한 건강장해

2.3.1. 직업성 난청

(1) 개론

직업성 청력손실이란 공장에서 발생하는 강렬한 소음에 오래 동안 노출됨으로써 서서히 청력이 나빠지는 직업성 질환이다. 폭발음과 같은 충격음에 의하여 별안간에 청력이 나빠지는 것을 청력의상(acoustic trauma)이라고 하며 이러한 것을 직업성인 재해로 본다. 강렬한 소음에 의하여 생기는 청력손실에는 두 가지가 있다. 즉 일시적 난청(temporary hearing loss)과 영구적 난청(permanent hearing loss)이다. 전자는 강렬한 소음에 노출된 직후에는 귀가 잘 들리지 않으나 서서히 청력이 회복되는 것이고 후자는 여기서 말하는 직업성 난청에 해당한다.

일시적 난청의 정도는 노출된 소음의 강도와 노출시간에 따라 다르며 일시적 난청의 회복속도와 정도는 개인에 따라 차이가 있으나 같은 사람에 있어서는 양측 귀의 회복상태는 서로 같다. 일시적 난청의 지속시간에 대하여는 의견이 구구하여 수일 내지 수개월 계속된다고 한다. 일시적 난청의 정도, 회복속도 등으로 소음에 대한 개인의 감수성을 예측할 수는 없다.

소음에 노출되면 내이(內耳)에 있는 와우각(cochlea) 내의 Corti씨 기관에 장해를 입힌다. 소음에 의한 공기의 진동은 와우각 안에서 임파액의 파동으로 변하여 Corti씨 기관에 전달되면 청신경에 전기적인 자극을 전달한다. 소음이 오래 계속되든 그 정도가 너무 강렬하면 Corti씨 기관에 있는 모세포(hair cell)에 손상을 입히거나 이를 파괴시켜 소리를 전달하는 기전에 파탄이 생긴다. 모세포의 손상은 2,000 Hz 이상과 8,000 Hz 이하의 진동수를 받아들이는 부위에 먼저 생기므로 회화 범위에 속하는 소리를 듣는 데는 큰 지장이 없다. 강렬한 소음에 오래 노출되면 초기에는 Corti씨 기관의 바깥쪽에 있는 모세포만이 장해를 입어 4,000 Hz 음에 대한 청력손실이 나타날 뿐이다. 실제로는 3,000 Hz에서 6,000 Hz의 음역(音域)에서 청력손실이 있으나 청력검사를 할 때에 이 음력에 대해서 일일이 검사하지 않는 경우가 많다. 계속하여 소음에 노출되면 안쪽에 있는 모세포도 장해를 입어 청력장해가 심해진다. 와우각에 있는 지지세포들도 손상되며 마침내 신경세포 자체가 장해를 입는다. 여러 해에 걸쳐

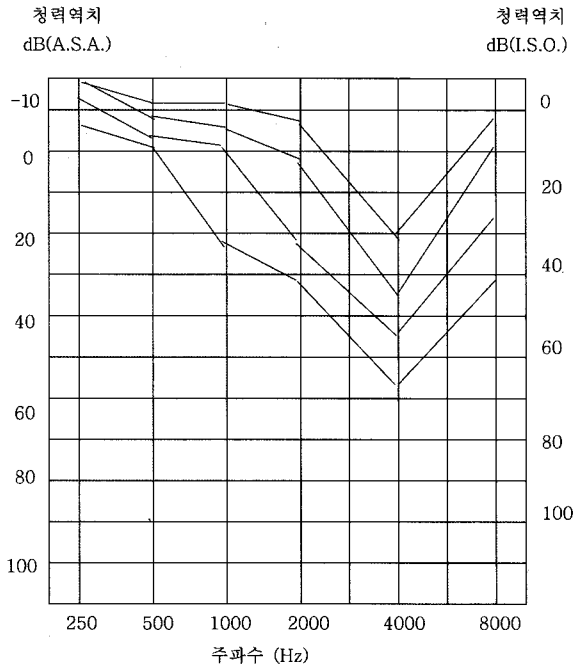


Fig. 1. 직업성 난청의 청력손실.

속 소음에 노출되면 청력손실은 고음력과 저음력에 까지 미치게 되어 회화에 지장을 초래한다. 그러나 소리의 종류에 따라서는, 예를 들어 제지기(製紙機)의 소리에 노출될 때에는 4,000 Hz 또는 6,000 Hz 보다도 2,000 Hz와 1,000 Hz에 대한 청력손실이 더 빨리 온다.

각 주파수 음역에 대한 청력상실도를 알기 위하여는 500~800 Hz의 순음 공기전도 청력검사를 한다(Fig. 1). 소음성 청력손실의 초기에는 4,000 Hz 음에 대한 청력손실이 특징적이어서 이를 4,000 Hz(C₃) dip라고 부른다. 강렬한 소음에 계속 노출되면(C₃) dip는 더욱 심해지고 또 4,000 Hz 주변 주파수에 까지 파급이 되어 마침내는 회화음력까지 침범이 되고 보청대책을 강구하게 된다. 그러나 이와 같은 고음력 청력손실은 강렬한 소음에 노출되어서만 생기는 것이 아니고 다른 여러 가지 원인에 의해서도 청력검사 결과 똑 같은 소견을 나타내는 경우가 많으므로 이비인후과 전문의사의 진찰을 받아 볼 필요가 있으며 청력검사 성적은 정확한 진단을 내리는데 중요한 역할을 한다.

(2) 소음에 의한 일시적 난청과 회복

일시적인 청력손실은 4,000 Hz의 고주파 순음 보다 1,000 Hz의 저주파 순음이 인체의 청력손실에 미치는 영향이 적으며, 일시적 청력손실의 회복양상은 처음 30분 이내에 제일 빠른 회복을 보이며, 시간이 경과함에 따라 점차 서서히 회복되고, 정상 청력으로 회복되는데는 일시적 청력손실이 클수록 시간이 직선적으로 증가한다.⁶⁾ 또한 4,000-6,000 Hz의 고음역에서 역치상승의 높은 발현 빈도를 보이고, 역치상승의 정도는 0-35 dB, 대부분 15 dB 미만이나, 4,000 Hz 이상에서는 20 dB 이상의 역치상승을 나타내며, 일시적 청력역치상승의 회복은 대부분의 예에서 60분 이내에 이루어지며, 일시

적 청력역치상승의 회복은 역치상승의 정도와 관련이 있다.

(3) 군 소음이 소음성 난청 발생에 미치는 영향

군복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음 노출력이 청력에 미치는 영향에 관해서는 외국에서 많은 연구가 있어 왔다. 군 과거력과 관련한 청력손실의 특성을 문헌을 통해 정리해보면, 음향외상성 난청, 초기의 고음역(특히 6-8 kHz)의 청력손실, 좌우 청력의 불일치, 와우와 중추청신경로에 영향을 미친 감각신경성 난청, 평균청력역치 평가에 따르면 초기의 정도 난청을 보이고, 군 병과와 밀접하게 관련이 있으며, 청력보호구는 난청예방에 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있다. 그리고 이명을 동반하는 경우가 많음을 알 수 있다. 군 소음에 의한 청각학적 영향과 관련한 연구는 주로 청력손실 정도와 소음성 난청의 유병률 등의 연구가 주를 이루고 있다. 이 과학적 정상 공군장병중 활주로 근무자의 C₃-dip형이 23%,⁸⁾ 해군장병은 4분법에 의해 30 dB 이상인 장병의 율이 포갑 직별 24.8%, 기관직별 18.0%에 이르고 있으며,⁹⁾ O군 항공기를 조종하는 현역항공장교는 36.9%의 소음성청력장애와 11.5%의 이명을 호소하고 있었다.¹⁰⁾ 남자 대학생에서도 군복무 여부와 사격 및 포격소음 노출 여부에 따른 유의한 청력손실의 차이를 보이고 있으며,¹¹⁾ 군복무를 마친 OO공사 입사 예정자의 10.7%에서 소음성 난청의 초기소견인 C₃-dip 소견을 보이고 있다.¹²⁾ 군경력과 관련하여 공군 조종사의 경우는 총 비행시간이 소음성 난청의 유병률 또는 청력역치수준과 밀접한 관련이 있으며,^{10,13,14)} 그리고 연령이 많을수록, 근무기간이 길수록 난청률이 증가하였다. 군 소음에 노출된 군경력이 소음 노출 근로자에게 미치는 청각학적 영향을 보면, 현 직종에서의 소음 노출 여부 다음으로 군에서의 소음 노출이 소음성 난청의 발생에 영향을 미침을 알 수 있다.¹⁴⁾

(4) 고소음 노출 지역 주민의 청력 및 건강영향

지역주민의 소음에 의한 건강장애에 대한 연구는 많지는 않는데, 주로 사격장 소음 또는 군용비행장의 전투기 이착륙 소음으로 인한 영향을 다루고 있다. 공항주변 1 km에 위치하는 지역주민 168명의 노출군과 비소음 노출지역 113명의 대조군에 대한 연구에서 두군간에 청력손실치의 유의한 차이를 보이고, 난청 유병률은 4분법상 노출군에서 22.7%, 대조군에서는 1%만을 보이고,¹⁶⁾ 경기도 수원시의 군용 비행장의 전투기 이착륙 소음이 인근 지역주민의 청력을 저하시키고, 혈압을 상승시키며 부정적인 정서반응을 일으키는 영향을 미치고 있음을 암시하는 연구 결과라든지,¹⁷⁾ 공군 사격장 소음에 노출된 지역주민에서 이통, 난청, 이명, 이충만감, 소화불량, 불안 등을 포함한 전신적 증상의 호소율이 유의하게 높고, 고혈압과 난청 유병률이 비노출군에 비해 유의하게 높게 나타나서 소음에 의한 건강장애를 받고 있을 가능성을 시사하는 연구,¹⁸⁾ 공항 인접지역 주민의 스트레스수준이 유의하게 높으며, 항공기 소음으로 인해 주관적으로 생활에 지장을 받는다고 인지한 연구,¹⁹⁾ 과도한 환경소음이 지속적으로 발생하고 있는 지역의 역학조사에서는 소음 노출군과 대조군의

청력도간에 의미있는 차이를 보였으며, 소음성 난청에서 잘 나타나는 3, 4 kHz의 변화가 더욱 뚜렷하였다.²⁰⁾ 그러나 인근 군 비행장 전투기 이륙소음에 노출되는 지역 교직원(노출군)과 비노출 대조군에 대한 연구에서는 항공기 이륙소음에 노출이 연령과의 상호작용을 통하여 청력역치에 영향을 미치나, 소음노출은 혈압에 유의한 영향을 미치지 않았으며, 노출군 대사의 스트레스 측정에서 일반생활사건의 경우 근무기간에 따른 차이도 보이지 않았다.²¹⁾

2.3.2. 소음에 의한 비이질환 영향

(1) 소음의 생리적, 사회심리적 영향

소음이 사람에게 장기간 노출시 청력손실을 일으킨다는 연구는 오래 전부터 수행되어 왔으나 소음의 비청력 영향에 대해서는 최근의 연구발표로 알려지고 있다. 비청력 영향이란 소음에 노출시 청력에 미치는 영향을 제외한 심혈관계 등의 생리적 영향, 수행행동능력 장애, 수면 장애, 대화 방해 등으로 건강과 일상생활에 영향을 미친다.

소음의 생리적 영향은 심장 및 순환기계, 내분기계, 신경계 및 소화기계 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 소음의 생리적인 영향에 대한 연구에서 호흡, 심박동율, 표피혈류, 말초혈관의 수축, 피부온도, 떨림, 위액분비기능, 위장관의 활동, 뇌의 생물전기적 활동 등의 활동적인 효과가 있고, 다른 한편으로는 혈중 지질, 혈중 포도당, cortisol, epinephrine, norepinephrine, dopamine, 성장호르몬, Mg, Ca농도 등의 변화와 같은 생화학적 영향이 있다고 분류하고 있다. 소음의 이러한 생리적, 사회심리적 건강영향에 대한 우리나라의 연구는 아직 그리 많지 않은 편이다. 그러나 1999년 환경오염 피해진정 전체 2,963건 중 소음(진동 포함) 민원이 1,743건으로 대부분을 차지하고 있고, 환경오염 분쟁조정현황 중에서 오염원인별 전체 신청건수 82건 중 소음 관련건이 71건을 차지하고 있다. 또한 교통수단과 주거의 밀집화로 외부소음에 대한 민원도 끊임없이 증가하고 있는 실정이다. 이는 소음에 대한 불만의 정도가 매우 큰 것을 대변하고 있어 이에 대한 연구의 필요성은 절실하다 할 것이다. 소음의 생리적 영향에 대한 연구는 아직 극히 드물다. 실험연구로 3편의 논문이 있을 뿐이다. 소음의 비청력 효과인 스트레스에 미치는 영향을 보기 위한 노 증 catecholamine의 변화를 본 논문,²²⁾ 소음 스트레스가 체액성 면역반응과 세포성 면역반응에 미치는 영향에 관한 연구²³⁾와 소음 스트레스가 면역반응에 미치는 영향에 관한 실험적 연구²⁴⁾가 있다. 소음의 사회심리적 영향과 관련된 우리나라 연구로서는 병원소음과 환자의 반응 관련 연구, 도로교통소음에 의한 학교의 교사와 학생에 대한 영향, 소음에 노출되는 근로자의 스트레스 등으로 구분할 수 있다. 병원환경내 소음과 입원 환자의 반응에 대한 연구는 간호중재를 위한 기초자료로서 활발히 연구가 이루어지고 있는 분야이다. 입원환자는 병원 환경내 여러 가지 소음원에 노출되고 있으며, 이들이 인지하는 소음의 정도와 소음에 대한 반응정도도 높은 편으로 환자의 휴식을 위해 소음을 낮출 수 있는 여러 가지 방안을 모

색하여야 할 것이다. 도로교통소음은 경계선에 위치한 학교의 교사와 학생들의 대화방해, 학습방해 및 신체적 장애를 많이 호소케 하는 등 환경 소음원의 주 요인으로 학교, 병원 및 경계지역 주민 등의 불만 요소로 자리잡고 있다. 산업장의 소음은 근로자에게 난청장애 이외의 사회심리적 영향도 매우 큼을 알 수 있다. 스트레스 증상에 자각적 청력저하와 산업장의 소음노출수준이 가장 큰 영향을 미치고,²⁵⁾ 또한 청력손실정도와 불안 및 우울 성향과의 관계는 매우 유의함을 보이고 있다.²⁶⁾

2.3.3. 소음에 대한 인식 및 사후관리

다음으로 건강진단 결과 사후관리 및 근로자의 소음성 난청에 대한 인식 관련 연구를 살펴보고자 한다. 건강진단 결과 유소견자로 판정된 경우에는 보호구 착용, 직종변경, 요양신청(장애보상급여) 등의 조치를 취하도록 하고 있다. 대부분의 경우 건강진단을 실시한 의사는 보호구 착용과 더불어 작업전환을 권고하고 있다. 그러나 대체로 건강진단 결과를 올바르게 인지하지 못하고 있으며, 비소음부서로의 작업전환율도 높지 않음을 알 수 있다. 그리고 요양신청자중 아주 낮은 비율만이 장애보상을 받고 있다.

사후관리 조치에 있어 해당 사업장의 보건관리자 선임, 산업안전보건위원회의 설치등에 따라 작업전환율과 환경개선이 이루어지고, 기업의 규모와 연령 등이 사후관리에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 또한 소음에 대한 지식, 태도 및 실천이 청력역치 손실과 관련성이 있음을 많은 연구가 보고하고 있다. 따라서 소음성 난청 유소견자의 적절한 관리를 위해 구체적인 사후관리 지침이나 관리내용을 수립할 필요가 있으며, 소음성 난청예방을 위해 소음 저감을 위한 노력과 함께 근로자에게 직접적으로 소음에 대한 지식, 태도 및 실천과 관련된 교육이 청력보존프로그램에 필수적임을 보여주고 있다.

2.3.4. 소음 측정 및 평가를 위한 산업위생학적 연구

도시지역, 특정 기간시설(공항 등) 및 산업장의 공정, 설비, 기계 등에 대한 소음 측정/평가 연구와 소음 저감을 위한 제반 공학적 연구는 산업청각학적 고찰에서 제외하였다. 여기에서는 일반적으로 사업장 근로자에게 노출되는 소음의 특성 및 이러한 소음을 적절히 평가하기 위한 산업위생학적 방법에 초점을 맞추었다. 작업환경 중 소음은 1995-2000년 최근의 작업환경측정 결과에서 소음의 노출기준 초과율이 1995년의 39.7%에서 2000년의 26.5%로 감소추세에 있으나 유해인자 중 가장 높은 초과율을 보이고 있다. 김준연 등(1986)의 연구에서의 조사공정 중 42%가 소음노출 허용기준을 초과하고, 선박건조 및 수선업이 가장 높은 평균 소음 수준을 보였으나,²⁷⁾ 연구에서는 90 dB(A) 이상 노출자율은 19.8%, 가장 높은 업종은 석제품 업종이었다. 노출 소음의 특성을 보면, 평균 음압수준이 90 dB(A)를 초과한 작업공정에서의 소음 주파수분석에서 모든 공정 2 kHz 혹은 4 kHz의 음압이 가장 높았으며, 특히 지시 소음계의 특성치인 dB(C)와 dB(A)간

의 차이가 적을수록 고주파역에서 높은 음압수준을 보였다. 그러나 소음수준은 음압레벨, 등가소음도, 개인소음노출도의 측정방법별 소음도 측정치의 유의한 차이를 나타내어 소음성 난청을 예방하기 위해 누적소음노출량측정기를 이용한 개인 노출소음도 평가하는 방향으로 측정방법의 이행을 제안하고,²⁸⁾ 소음노출이 90 dB(A) 이하군에서 교환율(exchange rate)과 역치기준(threshold level)에 따라 소음노출 수준의 유의한 차이를 보여 소음 측정 및 평가방법에 있어 교환율, 역치기준 및 노출기준(criterion level)의 규정을 마련할 것을 권고하고 있다.²⁹⁾ 실제 자동차 프레스 공정에 있어서 직무 및 누적소음기 설정치 차이에 따른 작업자의 소음노출을 평가한 결과를 보면, OSHA/NIOSH 측정방법에 따른 측정결과간의 유의한 차이를 보여 두 방법간의 측정방법에서 차이인 교환율 및 역치기준에 기인한 것으로 보이며, 우리나라 노출기준인 90 dB(A) 초과율도 역치기준의 차이에 따라 차이가 있었다. 이에 노출기준 초과여부를 판단하기 위한 작업환경 측정의 경우 역치기준은 90 dB(A)로, 특수 건강진단 대상자 선정을 위한 85 dB(A) 이상의 소음에 노출되는 작업장 판단을 위한 측정의 역치기준은 80 dB(A)로 하는 것이 타당한 것으로 제시하고 있다.³⁰⁾

3. 맺는말

우리나라의 각종 학회지에 발표된 연구자료를 통해 소음성 난청의 규모, 소음성 난청 판정기준에 따른 유소견자의 변화, 보상기준과의 일치율 및 문제점, 소음노출 근로자에서 직업적 소음(소음 노출수준, 노출기준 등) 노출 이외에 군에서의 소음 노출, 성, 연령 등의 인구학적 요인, 혈압, 총콜레스테롤, 중성 지방 등의 심혈관 위험인자 및 흡연 등의 개인적인 행태 등 여러 요인이 청력에 유의하게 영향을 미침을 알 수 있었다. 그리고 소음에 의한 비이질환 영향으로 소음의 생리적, 사회심리적 영향과 특히 혈압에 미치는 영향과 비소음에 의한 직업성 난청 및 청각에 미치는 영향도 살펴볼 수 있었다. 마지막으로 건강진단 결과 사후관리 및 근로자의 소음성 난청에 대한 인식 관련 연구와 근로자에게 노출되는 소음의 특성, 이러한 소음을 적절히 평가하기 위한 산업 위생학적 방법에 대해 살펴보았다.

이와 같이 산업장의 여러 유해 요인 중 소음과 관련한 연구는 지속적으로 많은 연구 결과를 내고 있다. 그러나 외국의 산업청각학적 연구 동향과 관련하여 살펴볼 때 소음성 난청 이외의 직업성 난청(진동, 유기용제, 증급속 등에 의한 청각학적 건강영향), 소음에 의한 생리적 영향, 소음성 난청의 순음청력검사 이외의 청각 진단학적 특성, 청력보호구의 효과 등을 포함한 청력보존프로그램의 효과 및 평가, 소음성 난청자의 장애 보상 관련 연구(비용, 삶의 질, 치료 재활 등), 비지속음으로 음향외상에 노출될 수 있는 비제조업 분야(건설업, 광업 등)의 근로자와 특정 직업(군인, 조종사, 음악연주자 등), 특정 지역(사격장, 비행장 등의 고소음 노출지역과 병원, 학교 등의 특정 지역), 특정 취미(사격, 모터사이클링,

하드록, 다이버 등)에 의한 소음의 건강영향 연구까지 관심을 넓혀야 할 것이다. 이는 난청장애를 소음 유해 요인 이외의 여타 다른 직업적 유해 요인과 청각의 해부생리학적 구조/특성과 관련지어 살펴볼 수 있으며, 또한 소음의 직업적 위해를 난청만이 아닌 다른 이학적(이명, 전정기능장애 등), 생리적, 행동심리학적, 사회적 영향까지 포함할 수 있고, 소음노출 제조업체 근로자 외의 군인, 특정 직업군, 소음에 노출될 수 있는 제반 조건의 집단 및 지역사의 주민까지 우리의 관심에 두어야 한다. 즉 환경소음의 영향까지 살펴보아야 함을 말한다.

그리고 연구방법론적으로 우리나라의 연구 대부분이 소규모로 단면연구 중심으로 앞으로 실험연구와 역학연구로서 환자-대조군연구, 코호트 연구 등으로 확장될 필요가 있으며 의학(이과학), 언어청각학, 산업위생학, (소음진동)공학 등과의 학제간 연구의 필요성이 크다.

또한 우리나라 사람의 귀(외이, 중이)의 크기, 기준청력 등의 청각학 분야의 인체 계측 기초연구, 청력검사의 정확성을 확보하기 위한 청력검사기, 청력검사실의 기준과 노출소음 평가방법 및 소음성 난청 판정기준의 보다 합리적인 적용을 위한 기준 등의 검토가 필요하며, 더불어 직업성 난청의 예방을 위한 체계적이고 종합적인 청력보존프로그램의 개발과 이의 사업장에서의 정착을 위한 기술적이고 행정적인 제도 마련이 시급하다.

참고문헌

1. 김규상, 김양호, 최정근, 박정선, 문영한, “소음특수건강진단 자료를 이용한 순음청력검사 평가,” 예방의학회지, **32**(1), 30~39(1999).
2. “근로자건강진단 안내,” 노동부(1999).
3. “소음 작업장 소음성 난청 유병율,” 한국산업안전공단(1999).
4. 김준연, 김병수, 이체연, 전진호, 이종태, 김진욱, “제조업 산업장의 소음 작업환경 실태에 관한 조사 연구,” 예방의학회지, **19**(1), 16~30(1986).
5. 강성규, 지영구, 안연순, 김형욱, 하미나, 권호장, 백남종, 김성아, 홍윤철, 김재용, 강대회, 조수현, 하은희, “우리나라 직업병의 현황과 실태,” 한국산업안전공단(2002).
6. 김해준, 강병석, “단시간 소음 폭로 후 청력손실 및 회복양상에 관한 연구,” 해양의학, **5**(1), 43~56(1983).
7. 오치엽, 최찬오, 김기창, “공중근무자 및 정비근무자의 소음성 난청에 대한 임상 청각학적 고찰,” 해양의학, **9**(2), 77~92(1989).
8. 고우경, 이만웅, 황광수, “활주로 근무자들의 청각학적 고찰,” 항공의학, **27**(2), 67~70(1979).
9. 오희철, 육순오, 박지관, 이학용, “해군 함상근무자의 청력 손실 및 형태에 관한 연구,” 해양의학, **4**, 81~92(1981).
10. 박기현, 윤상원, 우훈영, 나승훈, 반영덕, 정진신, “O군항 공장교의 소음성난청에 대한 임상청각학적 고찰,” 대한

- 이비인후과학회지, 27(1), 20~27(1984).
11. 김현, 조수현, 임현술, “군복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음폭로력이 청력에 미치는 영향,” 예방의학회지, 24(1), 86~92(1991).
 12. 이재광, 장진희, 안철남, 조정진, “군복무를 마친 20대 성인 남자의 소음성 난청의 유병률 및 그 요인-한 회사 입사 예정자를 중심으로,” 가정의학회지, 16(6), 373~380(1995).
 13. 이수진, “공군 조종사 및 지상 근로자의 청력손실과 위험요인,” 항공우주의학, 9(2), 176~184(1999).
 14. 김정현, 이원근, 한현미, 최충곤, 박근철, “민항조종사의 연령 및 총 비행시간이 청력에 미치는 영향,” 항공우주의학, 11(3), 153~159(2001).
 15. 고상백, 김규상, 장세진, 차봉석, 박종구, 강동목, 김재용, 김수근, 최홍열, “노동시장의 불안정과 채용시 건강진단: 난청을 중심으로,” 대한산업의학회지, 14(1), 57~68(2002).
 16. 김지용, 유준현, 이정권, “소음폭로가 지역주민의 건강에 미치는 영향에 대한 조사,” 가정의학, 10(11), 1~9(1989).
 17. 이경종, 박재범, 장재연, 조선미, 이세희, 김종구, 이순영, 광정자, 정호근, “항공기 소음이 지역 주민들에게 미치는 건강영향,” 대한산업의학회지, 11(4), 534~545(1999).
 18. 조성일, 김정순, 임현술, 정해관, 최병순, “소음폭로가 일부 지역주민의 건강에 미치는 영향에 대한 연구,” 한국역학회지, 12(2), 153~164(1990).
 19. 김상아, 구민성, 한병규, 박용섭, 정상혁, “공항주변 주거여부에 따른 스트레스 수준 및 주관적 소음 인지도에 대한 상관성 연구,” 정신신체의학, 8(2), 181~190(2000).
 20. 유승훈, 김형종, 홍상모, 주영수, 송병호, “전투기 및 사격장 소음에 의한 지역 주민의 청력 변화 조사-A pilot survey,” 대한청각학회지, 6(1), 45~49(2002).
 21. 한상환, 조수현, 고경심, 권호장, 하미나, 주영수, 신명희, “군용 항공기 이륙소음이 청력, 혈압, 스트레스 및 주관적 인지도에 미치는 영향,” 예방의학회지, 30(2), 356~368(1997).
 22. 김형석, 전준호, Ulf Lundberg, “소음 Stress에 의한 노증 Catecholamine의 분비량 변화,” 예방의학회지, 26(4), 565~573(1993).
 23. 하대유, 김용관, 한경임, “청각 스트레스가 면역 반응에 미치는 영향,” 대한면역학회지, 7(1), 11~25(1985).
 24. 김금재, “소음 스트레스가 면역반응에 미치는 영향에 관한 실험적 연구,” 간호학회지, 19(2), 135~146(1989).
 25. 박경옥, 이명선, “산업장의 소음폭로수준과 근로자의 스트레스 증상간의 관련성,” 예방의학회지, 29(2), 239~254(1996).
 26. 송상욱, 구정완, 이원철, “청력장애가 불안 및 우울에 미치는 영향,” 대한산업의학회지, 8(3), 466~476(1996).
 27. 김광중, 차철환, “산업장 소음의 강도 및 주파수 특성에 관한 조사연구,” 한국산업위생학회지, 1(2), 181~191(1991).
 28. 심철구, 노재훈, 박정균, “소음측정방법에 따른 평가소음도 비교,” 한국산업위생학회지, 5(2), 128~136(1995).
 29. 양홍석, 이광목, 원정일, “소음노출량측정기의 Set Up 방법간의 시간가중평균값(TWA)의 차이,” 한국산업위생학회지, 5(2), 193~199(1995).
 30. 정지연, 박승현, 이광용, 이나루, 유기호, 박정선, 정호근, “자동차 프레스 공정에 있어서 직무 및 누적소음기 설정시 차이에 따른 작업자의 소음노출 평가,” 한국산업위생학회지, 11(3), 190~197(2001).
 31. 김규상, 김소연, 조영숙, 정호근, “소음 특수건강진단에서의 순음청력검사 방법 및 평가의 적정성-청력정도관리 순음청력검사 자료를 중심으로,” 대한산업의학회지, 13(3), 262~273(2001).
 32. 남궁원자, “소음성난청 관리를 위한 판정기준간의 비교,” 가톨릭대학교 산업보건대학원 석사학위논문(1991).
 33. “작업환경측정 및 정도관리규정,” 노동부(2003).
 34. 박경희, 맹광호, “소음으로 인한 직업성난청에 관한 조사 연구,” 한국의 산업의학, 10(4), 1~20(1977).
 35. 최현립, “소음작업장에서 근무하는 난청 유소년 근로자들의 소음성난청에 대한 인식 및 태도,” 가톨릭대학교 산업보건대학원(1995).
 36. 함완식, “소음에 대한 지식, 태도 및 실천이 청력손실에 미치는 영향,” 가톨릭대학교 대학원 박사학위 논문(1999).
 37. American National Standards Institute. Manikin for simulated in-situ airborne acoustic measurements. ANSI, S 3.36. ANSI, New York(1985).
 38. American National Standards Institute. Measurement of real-ear protection of hearing protectors and physical attenuation of earmuffs, Rev ed. ANSI, S 3.19. ANSI, New York(1979).
 39. International Organization for Standardization. Acoustics-Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment(ISO 1999). Geneva: ISO(1990).
 40. Rehm S. Research on extra-aural effects of noise since 1978, in G. Rossi(ed.) Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem, 572~548(1983).
 41. Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. Audiology: Diagnosis. New York: Thieme Medical Publishers(2000).
 42. Watson, J. E., “Bilateral asymmetry in noise hearing loss,” *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 76, 1040~1042(1967).
 43. Staloff, R. T., Staloff, J., Occupational hearing loss. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc., 73~92(1993).