

인체 진동 소음의 인체 영향에 대한 국외 기술 조사: 인체 소음

⁰권 휴상*, 정 완섭*

* 음향진동 그룹 (한국표준과학연구원)

investigation on Human Effects of Vibration and Noise Exposed on Human: II. Human Noise

⁰Hyu-Sang Kwon*, Wan-Sup Cheung*

Key words: 인체 소음, 인체 영향, 어노이언스(Annoyance), 소음 피폭, 안락감

요약문

환경문제로써 소음에 대한 민원이 증가하고 관심이 커지면서 소음에 의한 인체의 영향 연구의 필요성이 제기되고 있다. 이에 대한 국내의 연구가 미미하고 산업보건의 관점에서 다루어져 왔기 때문에 먼저 국외 기술조사를 바탕으로 연구의 동향을 파악한다. 환경요인으로써 인체 영향 소음을 정의하는 인자로 어노이언스(annoyance)가 많이 사용되고 있으며 소음레벨과 관련하여 다양한 정량화 모델이 제시되고 있다. 소음에 의한 인체의 손상에 대해서는 많은 가능성과 연관성이 제시되고 있지만 그 발생 메커니즘은 아직 구체적으로 밝혀지지 않았다. 보고서들에 의하면 장기간의 소음 노출에 의해서 다양한 건강 손실이 나타나며 안락감의 파괴로부터 시작하여 만성적인 질환으로 발전한다고 추정한다.

1. 서론

소음은 인간의 삶의 질에 많은 영향을 미치는 요인으로 특히 고도의 산업화가 진행되고 밀집된 도시 지역에 거주하는 사람이 늘어감에 따라 이에 대한 대책 마련과 해결에 대한 요구가 더욱 커지고 있다. 그러나 환경의 문제로써 소음은 다른 직접적인 환경 문제들 - 예를 들면 매연에 의한 대기 오염, 수질 오염, 토양 및 생태계 파괴 등과 같이 직접적이고 가시적인 문제들 - 에 가려져 소홀히 다루어져 온 것이 사실이다. 이러한 원인으로서는 먼저 소음에 의하여 인간에게 나타나는 영향을 판별할 수 있도록 직접적이고 즉각적이지 않다는데 있다. 즉 소음에 의하여 인간의 청각기관이 파괴되지 않는 경우에는 소음에 의한 인간의 신체이상이 드러나지 않기 때문에 이를 판별하기가 쉽지 않다는 사실이다. 대기나 수질 등에 포함된 유해성 물질이나 방사능, 환경 호르몬 등은 그 자체로서 큰 사회적 반향을 일으키며 대책 마련에 많은 관심이 기울어지게 마련이지만 소음에 의한 인체의 영향은 많은 경우 감응과 관련하여 직접적인 인체의 손상을 가져오지 않는다는 사실 때문에 큰 관심을 불러일으키지 않고 있다. 그러나 주위 환경에서 발생하는 소음에 노출되어 지속적으로 피폭됨으로써 이상이 발생했다는 민원이 증가함에 따라 이와 같은 환경 소음에 대한 관심이 날로 증대되고 있다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 소음에 대한 인간이나 생태계의 영향은 직접적이지 않기 때문에 그 영향을 정확히 판별하기 어려우며 또한 이에 대한 연구가 극히 미미한 실정에서 이를 뒷받침할 수 있는 정확한 자료나 근거가 부족한 현실이다.

최근 들어서는 구미 선진 외국, 특히 인구가 밀집된 유럽을 중심으로 이와 같은 인간에 미치는 소음의 영향을 구체적이고 체계적으로 연구하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. 국내에서는 아직까지 이러한 연구가 의과대학을 중심으로 하여 일부 진행되어 왔지만 이는 주로 산업보건

의 측면에서 산업장의 작업자를 중심으로 작업환경에서 노출되는 소음의 지속적인 피폭에 따른 임상학적 영향을 보고하는 수준이었다. 그러나 갈수록 증대되는 환경소음 민원의 적절한 대응을 위해서는 생활의 주변에서 발생하는 소음에 대한 인체의 영향에 대한 구체적이고 지속적인 연구가 필요하다고 생각한다. 지금까지의 각종 보고에 의하면 지속적인 소음에 노출로 인하여 수면장애나 정신적인 스트레스, 더 나아가 출산율 저하 등이 발생한다고 되어 있으며 또한 임상학적으로도 그 가능성과 연관성을 충분히 공감하고 확인하고 있지만 이에 대한 충분한 증거를 제시하지는 못하고 있는 현실이다. 이러한 상황에서 민원을 제기하는 사람들과 이를 수용하지 못하는 기관의 분쟁은 끊이지 않고 있다. 그러므로 보다 구체적이며 신뢰성 있는 관련 연구의 필요성이 제기되며 이를 위해서는 소음 전문가와 임상 전문가의 협력과 공동 연구가 필요하다고 할 수 있다.

소음에 대한 인체의 영향은 그 대상이 인간이라는 점에서 간단한 측정이나 실험이 가능하지 않은 분야이다. 인체에 직접적인 해를 가할 수 있다는 가능성과 인체에 대한 연구의 필요성 때문에 이 연구를 위해서는 기본적으로 장기간에 걸쳐 많은 정보와 실험 데이터를 수집하고 이를 분석하는 일이 선행되어야 한다. 이는 실제적인 연구 수행에 있어서 현실적인 제약으로 작용하지만 반드시 수행해야 할 과제이다. 그리고 그 연구의 방법으로는 많은 사람을 대상으로 장기간 동안 소음의 피폭과 이에 따른 다양한 임상학적인 영향을 관찰하고 통계적인 처리와 해석을 통하여 일반적인 소음에 노출된 평균적인 사람과의 비교, 검토가 필요하다. 이와 같은 연구 방법에서 가장 큰 문제점으로는 역시 피시험자에게서 나타나는 임상학적인 손상이나 영향을 소음과 연결하는 문제이다. 일반적으로 고려하는 소음에 의한 영향은 다른 많은 주위 요인으로부터 쉽게 발생할 수 있기 때문에 이를 모두 배제하고 소음에 의한 순수한 영향을 규명하기란 쉽지 않다. 그러므로 이러한 연구를 수행하기 위해서는 먼저 관련 연구가 진행되어 앞서 있는 외국의 연구결과를 참고하여 이를 바탕으로 연구의 방향을 설정하는 것이 타당하다 할 것이다.

2. 소음의 인체 영향

외국의 연구사례를 살펴보면 소음에 의하여 나타나는 인체의 영향이 아주 다양하고 또 광범위하다는 사실을 알 수 있다. 유럽연합의 환경 영향 보고자료에 따르면 환경요인으로서 소음은 유독성 대기, 수질 오염에 비해서 중요도가 낮게 나타나지만 이는 광범위한 지역에 걸쳐서 많은 사람들에게 노출되는 요인으로써 이는 가장 근본적인 환경문제중의 하나로 인식되어 가고 있다. 이는 또한 세계적인 공통의 문제이며 그 정도가 날로 심각해지고 있다는 사실이다. 1994년도 Lambert 등의 보고서에 따르면 유럽연합의 7천7백만 사람들이 낮 시간 동안에 65 dB 이상의 교통소음에 노출되고 있다고 한다. 이는 유럽의 총 인구의 22%에 해당하는 인구이며 또한 이 소음레벨 역시 많은 나라의 규제치를 넘어서고 있다. 또한 1억7천만 사람들(49%)이 소위 회색지대 - 거주자에게 안락감을 주지 못하는 지역 -에 살고 있다는 것이다. 이러한 보고들은 많은 사람들이 소음에 직접 노출되어 있다는 사실을 증명하고 있다.

이러한 소음의 문제에서 가장 먼저 나타날 수 있으며 확인할 수 있는 인자로는 어노이언스(Annoyance)를 들 수 있다. 이는 소음에 노출된 사람이 즉각적으로 반응할 수 있는 인자로서 환경적인 문제로서 소음의 척도로 정할 수 있다. 이에 대한 대표적인 연구로는 2001년에 나온 Miedema와 Oudshoorn의 어노이언스 모델을 들 수 있는데, 이는 소음의 노출량(DNL이나 DENL)에 대하여 어노이언스를 정의한 것이다. 이 모델에 따르면 DNL값에 따라 %HA(percentage 'highly annoyed'), %A(percentage 'annoyed'), %LA(percentage 'a little annoyed')로 구분하여 관계를 보여주고 있다. 그리고 이를 항공기, 도로교통, 철도 등에 대하여 각각 구하였다. 이와 같이 어노이언스로 표현되는 소음의 인체 영향을 다양한 방법으로 정의하고 이를 정량화, 수치화하는 연구와 이에 대한 실험적 연구 결과가 계속 보고되고 있다. 이러한 다양한 시도의 궁극적인 목표는 인간이 거주하는 거주지 주변의 다양한 환경소음, 특히 교통소음의 영향을 지도에 맵핑함으로써 지속적인 관리를 하기 위함이다. 유럽의 경우 철로나 도로 주변을 중심으로 소음 정도가 표시된 지도를 보고하고 있다.

어노이언스가 직접적이고 즉각적으로 인간에 미치는 소음의 영향이라면 인체의 건강에 대한 소음의 영향은 아직 많은 보고가 있지는 않다. 소음에 대한 인체의 영향은 즉각적인 어노이

언스로부터 시작할 수 밖에 없으며 인체의 건강이나 보전에 관련한 문제는 이러한 연구가 장기간 지속됨으로써 얻어질 수 있기 때문이다. 소음에 의한 인체의 건강과 관련한 자료로는 WHO Guidelines for Community Noise (Berglund et al., 2000)와 유럽 각국의 보건당국에서 발행한 보고서 등이 있다. 이들 자료에는 소음의 피폭에 의한 인체의 손상이 명시되어 있다. 대표적인 한 예로 네덜란드의 보건당국에서 발표한 자료(표1)를 참고하면 심리적인 영향을 비롯하여 다양한 임상학적 영향이 나타나 있다.

Table 1 환경소음 노출에 따른 건강영향 (참고 Health Council of the Netherlands, 1999)

Response	evidence	observation threshold in db(a)
Annoyance	◆◆◆	DNL = 42, outdoors
cardiovascular effects		
hypertension	◆◆◆	$L_{Aeq,6-22h} = 70$, outdoors
ischaemic heart disease	◆◆◆	$L_{Aeq,6-22h} = 70$, outdoors
sleep disturbance, changes in:		
sleep pattern	◆◆◆	
awaking	◆◆◆	SEL = 50, indoors
sleep stages	◆◆◆	SEL = 35, indoors
subjective sleep quality	◆◆◆	$L_{Aeq,night} = 40$, outdoors
heart rate	◆◆◆	SEL = 40, indoors
mood next day	◆◆◆	$L_{Aeq,night} < 60$, outdoors
hormones	◆◆	
performance next day	◆◆	
immune system	◆	
performance at school	◆◆◆	$L_{Aeq} = 70$, outdoors
biochemical effects	◆◆	
immune effects	◆◆	
birth weight	◆◆	
psychiatric disorders	◆◆	
congenital effects	-	

◆ = inadequate, inconclusive, ◆◆ = limited, ◆◆◆ = sufficient evidence, - = lack of evidence

소음으로부터 기인한 인체의 영향과 손상에 대해서는 앞서 설명한 바와 같이 여러 가지 보고된 바가 있지만 그 경로나 발생 메커니즘에 대한 연구 결과는 아직 구체적으로 설명되고 있지 않다. 건강과 관련해서 인간이 소음에 지속적으로 노출되면서 다양한 형태로 정신적인 고통과 신체적인 이상을 호소하게 되며 이게 계속되면서 만성적인 신체적 질환으로 발전한다는 대략적인 메커니즘을 가정하고 있는 것이다. 이러한 발생 메커니즘은 1999년에 Ising 등에 의하여 제시되었으나 아직까지 정확한 규명은 어려운 실정이다. Fig.1은 이 메커니즘을 보여주고 있다.

3. 맺음말

소음에 대한 인체의 영향은 아직까지 구체적이고 확실한 연구결과나 규명이 이루어지지 않았다. 이는 인체를 대상으로 하기 때문에 관련성을 규명하는데 많은 실험과 오랜 자료 수집이 필요하며 또한 소음이라는 요인이 인체에 미치는 영향이 직접적으로 확인하기 어렵기 때문이다. 그러나 환경 요인으로써 소음에 대한 중요성이 날로 커지고 있으며 이에 대한 체계적인 연구가 국내에서도 시급한 현실에서 외국의 연구 사례와 결과 보고를 검토하여 관련 연구의 방향을 설정하였다. 소음의 인체 영향 연구로는 먼저 어노이언스로 대표되는 인간의 심리적인 반응을 정의하고 다수의 피실험자를 대상으로 적합한 소음레벨을 규정하는 것이 중요하다. 그리고 이러한 소음

의 피폭에 의한 인체의 임상학적인 손상과 그 지표를 추출함으로써 인체의 영향에 관련한 데이터를 수집하는 것이 타당하다 할 것이다.

참고문헌

- [1]H.M.E. Miedema, "Noise & Health: How Does Noise Affect Us?", Inter-noise 2001, 2001 August 27-30
- [2]H.M.E. Miedema and C.G.M. Oudshoorn, "Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals", Environmental Health, Vol.109:4, pp. 409-416, 2001
- [3]J. Lambert and M. Vallet et al., "Study related to the preparation of a communication on a future EC noise policy", Report number 9420, INRETS-LEN, 1994

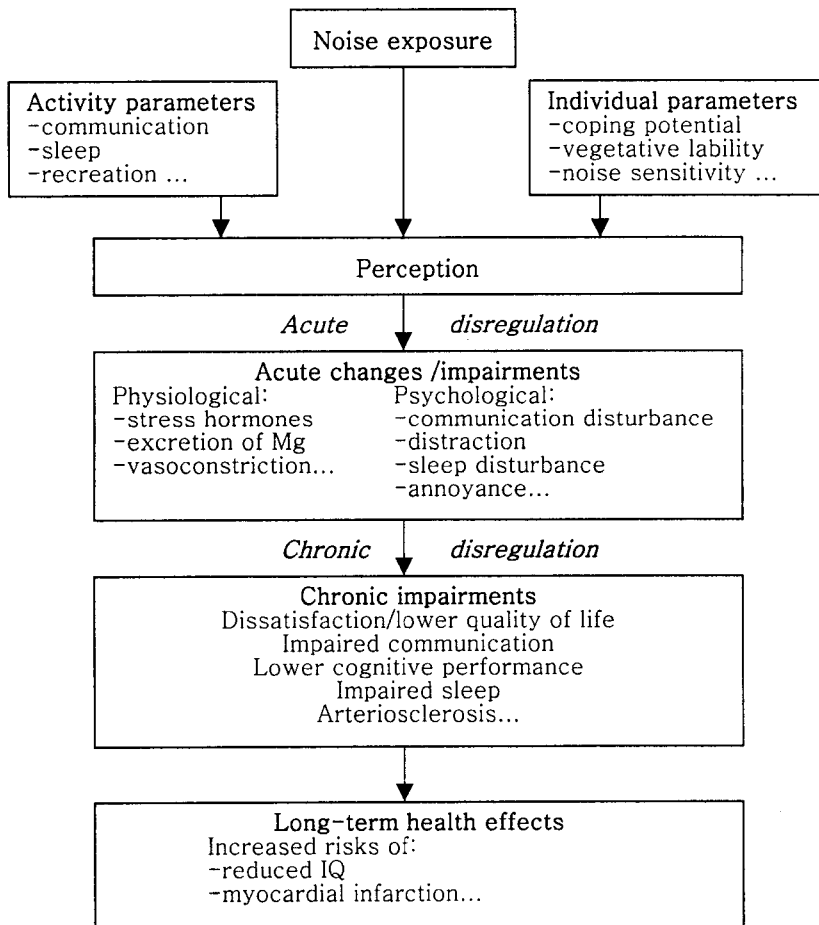


Fig.1 Framework for the study of noise-induced health effects