

ACGIH 물리적 요인 TLV 위원회 보고: 소음에 대한 TLV 재검토

장성실

ACGIH 물리적 요인위원회(Physical Agents Committee)와 USAEHA(U. S. Army Environmental Hygiene Agency)이 공동후원으로 국제학회를 개최하여 전문가들의 회합을 통해 소음의 TLV에 대한 개정이 적절한지를 검토하였다. 이 회합의 목적은 청력에 유해한 폭로를 방지하기 위해 ACGIH TLV를 포함하여 직업성 폭로기준에 대한 현재까지의 근거를 재검토하는 것이었다.

OSHA와 ACGIH에서는 연속음과 간헐음의 경우 5dBA를 기준으로 한 시간-강도 교환률(time-intensity trading rate)을 이용하여 85dBA에 폭로되는 근로자에게 포괄적인 청력보존 프로그램이 집행되어야 한다고 하였다. U.S. Army(TWA 측정되는 상황에서는 4dBA 교환률 이용)는 폭로 시간에 상관없이 평상폭로가 85dBA인 상황에서는 청력보호 프로그램을 실시한다. 충격음의 경우는 ACGIH, OSHA, U.S. Army 모두에서 140dB에서는 청력보호가 요구된다고 하였다. U.S. Army의 경우 고도의 충격음에 대해서는 청력보호구를 쓴 개인에 대해 청력보호에 제한을 두고 있는 반면, ACGIH TLV나 OSHA는 이런 기준을 언급하진 않고 있다.

Carolina 대학은 소음의 직업성 폭로에 대해 TTS의 실험연구와 연령효과의 중요성을 언급하였고, 짧은 폭로일 때 3, 4, 5dB 교환률 대신에 또다른 시간 가중체계(temporal weighting scheme)가 필요하다

고 하였다.

독일은 1986 EC(European Communities)의 Noise Directive에 근거하기 전에는 충격음에 대해 시간가중 충격음(time-weighting impulse)과 A 주파수 보정(frequency weighting "A")을 사용하여 8시간 이상의 충격음폭로와 동등하게 사용하는 복잡한 체계를 쓰다가, 지속음과 혼합충격음에 폭로된 근로자들을 대상으로 한 광범한 연구 이후, ISO1999에 근거하여 일일 소음폭로수준(daily sound exposure level $L_{EX, 8h}$)이 이런 종류의 혼합소음에 의한 청력소실을 예견하는 데도 유용함을 알았다. 그외에도 군복무를 하지 않은 18~22세 연령군의 청력감소에 대한 중요점은 젊은 근로자들에게 청력보호구를 쓰도록 동기유발해야 한다는 것이 있었다. 또한 스웨덴입법부가 TLV로 결정한 등가청각압($L_{Aeq, 8h}$) 85dBA(fast)가 고음부분에서 미국과 큰차이를 보여 미국에서는 근로자가 100dBA에서 단지 2시간을, 스웨덴에서는 100dBA에서 단지 15분을 허용하고 있다.

뉴욕 주립대학에서는 동물실험을 통하여 최후의 TTS가 소음폭로후 첫날보다 10일째의 폭로시 낮은 경화현상(toughening of the ear)이 저주파수일 때 두드러짐을 발견하였다. 이것은 와우각의 기저부와 침부에 민감도가 다르기 때문에 외우각 감지체계에 약간의 저항이 존재함을 나타낸 것이라고 하였다.

EC 위원회는 근로자를 경각시키고 청력보호가

필요한 실제수준을 85dBA로 하고 90dBA에서는 소음감소대책이 필요하며, 충격음의 경우는 200Pa (140dBA peak power, C weighting)을 기준하였다. 일일 개인 소음폭로는 8시간으로 추정하며, 교환률은 3dB(예를 들어 8시간 기준으로 반감되면, 3dB씩 증가)로 하였다.

핀란드에서는 일정음(steady state noise) 혹은 충격음에 대한 청력손실을 예측하는데 소음 폭로력, 보호구 사용, L_{Aeq} 를 이용한 결과, 140dBA 이하에 노출된 조선소 근로자들에서 예상치보다 10dB이나 크게 예상된 반면, 산림원들에서는 비교적 정확한 예측을 하였다. 충격음의 정량화와 몇몇 소음보호구들의 소음약화 효과 및 파형약화 효과에 대한 연구에서는 비가중치를 peak level에 사용시 실제값과 예상된 TTS에는 30dBA의 차이가 있었고, A weighted energy의 경우가 불일치도가 낮았지만, 여전히 예측치의 TTS가 높았다. 또한 115dBA에 대한 15분의 허용한계에 대해서는 5dB의 교환률은 115dBA에서 너무 많은 시간을 허용하므로 과도한 TTS가 초래될 것이라고 하였다.

충격음에 대한 또 다른 연구에서는 소음의 상이 소음의 스펙트럼보다 중요하여 가우스형의 분포일 때는 고주파청각에 미치는 손상정도가 충격음일 때 만큼 심하진 않다고 하였다. 또한 같은 스펙트럼을 삼차원으로 매치시키면 와우각의 섬모세포에 조직학적 손상의 양상이 세가지가 되며, 음의 수준이 그 범위를 빠르게 초과하여 상승할수록 손상도 등가에너지법칙의 예견대로 빠르게 커진다고 하였다.

무기로 인한 소음폭로군의 TTS연구에서는 지연성 TTS가 관찰되어 등가에너지의 가정에 몇가지 의문을 제시하고 있다. 한번의 충격음에는 29%의 사람들에서, 두번의 충격음에서는 59%의 사람들에서 지연성 TTS가 관찰되었다. 구멍낸 귀마개가 군대상황에 적합한 이유는 정상음의 수준에서는 언어명료도를 저해하지 않으면서 고도의 충격음에 적절한 방어가 가능하기 때문이라고 하였다.

동물실험결과 등가에너지나 peak power로는 TTS

를 잘 예견할수 없다는 것도 있었다. 충격음에 대한 여러가지 청력보호구의 상대적인 효율성에 대한 연구에서 개개인의 PTS와 TTS의 확장에도 불구하고 각기 번이가 낮은 두군이 있어 PTS와 TTS가 전혀 일어나지 않은 수준이하와 PTS가 항상 일어나는 수준이상이 존재한다고 하였다. 또 다른 주제에서는 젊은 신병들이 3KHz 이상에서 청력손실을 보이는 중요한 원인이 시끄러운 음악에의 폭로때문이라는 의견도 있었다.

청력손실의 유형에 대한 의견에서 순음측정방법은 정적과 소음환경이 크게 다르기때문에 언어감지역(speech perception threshold)을 충분히 예상할수 없다고 하였다. 이는 저주파일수록 조용한 곳일수록 언어감지에 중요하고, 소음환경일수록 고주파가 언어감지에 중요하다는 것은 결국 청력측정시 가중치가 필요한 현행의 접근이 보다 높은 주파수에서의 청력손실은 가진 사람들의 실제적인 청력장애를 과소평가하게 된다는 것을 의미한다. 그에 대해 청력손실을 등급화하는 새로운 청력검사 가중체계(audiometric weighting scheme)로 제시되었다. 2KHz와 4KHz에서 30dB의 저하가 청력손실로 기준되듯이 언어-소음률의 측면에서 볼 때 2.5dB의 손실만으로 최고의 인정할만한 청력손실이 있다하였다.

이상과 같은 소음의 TLV에 대해 종합해보면, 8시간 작업에 85dBA라는 것은 아직도 확실히 공감되고 있었지만, 5dB 교환률은 짧은 폭로시 현명하지 않다는 의견이 있었다. 앞으로 개정될 TLV로서는 충격음에 있어서 140dBC의 최고 음압수준만을 제한하고, 3dB 교환률이 사용되어야 한다는 중론이 있었다. 청력손실을 분석하기 위해 청력검사 기준에 4KHz에서의 청력손실 측정을 포함하도록 개정되어야 한다는 의견일치를 보았다. 결국 ACGIH는 1993 Notice of Intended Changes에 이러한 사항들을 반영하였다. ♣