

정기 청력검사에 의한 청각역 변화검출 가능성

The Likelihood of
Detecting a Significant Hearing
Threshold Shift Among
Workers Noise-Exposed Subjected to
Annual Audiometric Testing

장 성 실

수많은 소음 작업장에서는 매년 정기적인 청력감시체계를 실시하고 있다. 정기 청력검사는 30년이 넘게 청력보존프로그램상 기본으로 생각되고 있다. 이렇게 매년 청력검사를 실시하는 목적은 청력손실이 진행되기전 추적관찰에 의해 청력 변화를 검출하여 보존하고자 하는 것이다. 그러나 매우 잘 통제된 전향성 연구에서 소음성난청의 시간적인 변화를 기술하는데 실패한 것(BURNS and ROBINSON, 1970)을 볼 때 이는 매년의 청력검사로는 청각의 어떤 유의한 악화현상을 검출하지 못한다는 것을 시사하는 것이다. 이 연구는 매년 시행되는 청력검사로 청력수준상의 유의한 변화를 검출할수 있는지를 측정하고자 한 것이다. 여기서 '검출'이란 아주 적은 오차로 청력악화에 영향을 줄만한 역치변화를 알아내는 것을 의미한다.

연령 및 소음폭로에 따른 청력변화가 ISO1999 (1989)에 수학적인 모델로 제시되었다. 이 모델은 직업성 폭로 및 연령에 따른 청각에 관련된 가용한 단면연구자료를 조합하여 여러나라의 전문가들이 일치된 본 결과이다. 이 모델의 정확성은 단면연구상의 내재된 제한점을 가지고 있어서, 특히 non-differential mis-classification과 selection bias가 있을수 있으므로 소음의 실제 효과보다 다소 과소추정이 가능할수 있겠다. 그럼에도 불구하고 이 모델은 소음폭로 근로자군의 청력수준 변화를 예측하는 포괄

적인 법칙을 제시하고 있었다.

$$H' = H + N - HN/120$$

(H:연령에 관련된 청각역치수준, N:소음성 영구역치변화(PTS), H':연령(H) 및 소음(N)에 관련된 청각역치수준)

소음성 영구역치변화(PTS)인 N은 다음식에 의해 중간 값인 $N_{0.50}$ 로 분석된다.

$$N_{0.50} = (u + v \log T/T_0)(L_{Aeq, 8h} - L_0)^2$$

($L_{Aeq, 8h}$: 8시간 A가중 수준이 동일하게 계속된 경우, L_0 : 청력검사 주파수의 함수로서 정의된 절취수준 T:수년동안의 폭로시간, T_0 :1년이상 폭로시간, u와 v는 청력검사 주파수에 따른 상수이다.)

폭로시간이 10년 미만일 때는, N은 10년간의 $N_{0.50}$ 로부터 방정식에 의해 추산된 값이다.(방정식은 생략)

표준치에서 소음성 영구역치변화에 대한 기대치는 소음수준이 75-100dB $L_{Aeq, 8h}$ 일때로 제한되어 있다. 이 모델은 micro-computer에 프로그램되어 있으며, H, N, H'를 연령, 폭로시간 및 폭로수준에 따른 일차식으로 구한다. 이들 유도식은 연령 및 소음에 가장 영향이 많은 5%의 개인들의 청각역치수

준의 변화율에 대한 기대치를 정확하게 제공한다.

청각역치수준 변화율의 정의상 기준으로는 4KHz에서의 10dB의 변화와, 1983 OSHA에서 채택한 STS로 2000, 3000 및 4000 Hz의 세 주파수에 걸쳐 10dB의 변화가 있다.

상기 모델에 따라 가장 민감성이 높은 5%의 사람들의 4KHz에서의 청력손실을 90 및 100dB $L_{Aeq, 8h}$ 소음에 폭로된 기간에 대한 함수로서 서술해 보면, 폭로후 10년이 지난 후 그 증가율은 90dB에서는 1dB 미만으로 100dB에서는 2dB 미만으로 일정한 값에 접근하는 것을 볼수 있다. 4KHz에서의 연령의 효과는 다소 반대이다. 청력수준 변화율은 35세의 경우 1dB 미만이며, 그 후로는 점차 커진다.

결국 남자에서 가장 연령효과에 민감한 65세 연령에서는 2.6dB/year에 이르게 된다. 20세 이상 가장 민감한 5%의 남자에서 4KHz에서의 연령과 소음의 복합된 효과를 보면, 매년의 변화율 H'는 90 혹은 100dB의 폭로경우 전-생애에 걸쳐 매우 작았음(2dB/year 미만)을 볼수 있었다.

매년 청각의 변화가능성은 시간에 따른 청력감소치와 같거나 적었다. 결국 90dB에서 5년지나 후, 소음단독의 효과는 1.1dB정도였고 청력 역치수준의 매년 변화는 1.3dB보다 적었다. 심하게 폭로된, 즉 100dB인 경우는 5년후 3dB미만의 변화를 보였다. 10년후, 연령효과가 커진다해도 매년의 변화율은 2dB를 넘지 못했다. 연령 및 소음의 복합효과를 보면 소음 단독의 효과와 거의 상응하였다. 제시된 어떤 결과에서도 H'의 매년 변화율이 4KHz에서 STS의 10dB라는 기준을 초과하는 것은 하나도 없었다. 결국 아무리 열악한 폭로환경에서도 전-생애에 걸쳐 가장 민감한 5%의 사람에서도 1년 동안 유의한 STS를 검출할수 있을 것 같진 않았다.

소음 단독의 효과(N and $\delta N/\delta t$)를 비교시 4KHz보다 2, 3, 4KHz의 평균이 현저하게 더 작았다. 매년 청력 역치 변화율 또한 더 작았다. 90dB $L_{Aeq, 8h}$ 에서 5년간 폭로후는 1dB이고, 100dB로 동 기간 폭로시 2dB였다. 10년후 H'의 매년 변화율은 90dB와 100dB에서 1과 1.5에 미치지 못하게 된다. 실제로,

그것은 어떤 첫해동안 100dB 혹은 그 이상의 소음에 $L_{Aeq, 8h}$ 로 폭로된 보호구를 사용하지 않은 개인에서의 가능성과 같았다.

상기의 결과를 요약하면 다음과 같다: 1) 보호구를 착용하지 않은 근로자는 제외하고 첫해동안 100dB $L_{Aeq, 8h}$ 이상의 소음수준에 폭로된 경우, 소음에 의한 매년의 청력 변화율은 2, 3, 4KHz의 평균에서 혹은 4KHz에서 10dB보다 작다. ;2) 35세 이후 청력에 대한 연령의 증가효과에도 불구하고, 소음폭로군에서의 청력수준상 매년의 변화율은 유의할만한 정도의 영향은 없다. ;3) 연령 및 소음의 복합효과는 산업장의 소음폭로군의 대부분에서 1dB per year을 넘지 않는다.

이러한 결과는 직업성 청력손실이 만성적으로 일어남을 강조하는 것이다. 더우기 어느정도의($L_{Aeq, 8h} = 90dB \pm 5dB$) 소음폭로가 어떤 산업인구사이의 대부분의 사람들에게 청력손실을 야기한다해도, 어떤 1년동안 유의한 소음수준의 변동을 일으키기란 매우 드문 예외가 될 것이다. 이것은 매년의 청력검사가 가장 민감한 사람들에서 가장 민감한 주파수에서조차 청력손실의 진행을 측정하는데 합리적일수 없음을 의미한다. 결국, 역치변화의 가장 높은 감수기준에 부합할수 있는 청력의 측정가능한 변화를 얻기까지는 수년의 세월이 필요하기 때문에, 매년하는 청력검사는 STS의 조기 검출방법으로서의 역할을 할수 없다.

비용 효과적 측면에서도 상기의 결론은 의미심장하다. 만약 보호구를 착용하지 않은 근로자를 제외한 전형적인 폭로군 1,000명을 매년 청력검사하여 단지 4명의 전형적인 소음폭로군에서 소음에 의한 STS의 실체를 보일수 있고, 각각의 청력검사 비용을 \$30이라 한다면, 1,000명 인구집단에서 한 사례를 검출하는데 \$10,000를 들여야 할 것이다. 근로자들의 생물학적인 감시체제가 그같은 의료기술의 이익과 불이익이라는 면에서 논쟁이 되고 있기에, 이러한 결과들로 인해 소음성난청의 방어책을 위한 기본결정인 정기청력검사의 정확성에 대해 더욱 의문이 생긴다. ★