

개인 휴대용 카세트 소음에 의한 난청가능성에 대한 평가

홍성완, 박민용

한양대학교 산업공학과

Abstract

작업장 뿐만 아니라 일상생활에서도 결코 무시될 수 없는 것이 레저활동으로 인한 소음이다. 최근 급격히 늘어가는 개인 휴대용 카세트(Personal Cassette Players: PCP)사용은 심각한 소음성난청 발생이 우려된다. 본 연구는 PCP사용에 관련된 여러 인자들이 청력손실과 어떻게 얼마나 관련이 있는가를 파악하고 PCP를 일정시간 사용했을 때 오는 청력 손실을 정량적으로 파악, 분석하는데 근본 목적을 둔다. 정상 청력을 가진 피실험자 18명의 대학생들을 대상으로 정상 청취조건 그리고 배경소음(지하철)에 노출 중과 후의 사용환경과 소음원으로 Hard Music, Soft Music 및 Language/News를 고려하여 평균소음도와 최고 소음도를 측정하였다. 또한 현실적 상황을 고려한 2시간정도의 PCP의 청취 전과 후의 청력변화를 측정하였다. 통계 분석 결과, 사용환경과 소음원에 대해 휴대용 카세트 청취 소음수준이 유의한 차이가 있었으며, 특히 Hard Music 청취시에는 95dB, 그리고 지하철 소음하에서는 92 dB의 높은 (위험한) 청취수준을 보였다. 최고소음수준의 경우 NIOSH기준을 초과하는 117dB 정도의 매우 위험한 수준까지 나타났다. 또한 2 시간 정도의 PCP소음에 노출 전 후의 청력손실이 주파수 대역에 걸쳐 유의하게 나타났으며, 특히, 가장 민감한 주파수 대역인 4000Hz에서 최고 7dB 정도의 청력 손실이 발생하였다. 본 연구 결과에 따라, PCP사용에 대한 청력보호대책안을 제시하고자 한다.

I. 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

빠른 과학기술적 진보와 산업화는 우리 삶에 많은 풍요를 가져왔음에도 한편으로는 여러 환경문제로 인해 심각한 사회문제를 제기 하고 있다. 예를 들면, 소음공해는 선진국으로의 진입을 목전에 두고있는 우리나라의 경우, 그 심각성이 특별하다고 할 수 있다. 최근 통계에 의하면, 환경오염으로 인한 총피해진정 중 40%이상이 소음관련 피해인 것으로 보도되고 (한겨레신문, 1993), 직업병근로자의 56.5%나 소음성난청 (Noise-Induced Hearing Loss) 질환자로 나타났는데 (노동부, 1993), 만일 적절한

조치가 취해지지 않는다면 이런 현상은 더욱 심각해질 전망이다. 작업장소음과 더불어 일상생활에서 결코 무시될 수 없는 것이 레저활동으로 인한 소음이다. 이런 소음원에 의한 청력보호 관련 연구는 외국에는 비교적 활발하나 국내에서는 일부 (예, 박민용, 1996)를 제외하고는 극히 미약한 실정이다.

레저 소음중에 특히, 요즈음 남녀노소(특히 대다수 청소년층)가 상용으로 착용하는 개인 휴대용 카세트 (Personal Cassette Players: PCP)는 거의 무방비 상태에서 무분별하게 사용되고 있어, 소음성 난청원으로서의 매우 심각한 우려의 대상이 되고있다 (일간스포츠, 1995; 중앙일보, 1996; 동아일보, 1997; 한국일보, 1997). 외국의 주요 연구 결과를 토대로한 추정으로는 무분별한 개인 휴대용 카세트의 사용으로 인해 상당수의 국민들 (특히, 젊은 청소년 층의 대다수)이 미국 NIOSH에서 정한 위험소음수준인 85dB (Berger, Morril, Ward, and Royster, 1986)이상의 소음에 노출되어 영구소음성 난청(Permanent Noise-Induced Hearing Loss)이 될 확률이 높다. 더욱이 8시간 이상 소음하에서 작업하는 청소년 근로자의 경우, PCP를 추가로 사용한다면 영구소음성 난청문제의 심각성은 자명하다고 할 수 있다.

PCP청취로 인한 청력 손실을 연구한 예는 많지 않지만 주요 결과를 보면, 우선 Hellstrom과 Axelsson (1988)은 PCP를 1시간 듣게한 후 TTS(Temporary Threshold Shift)를 측정한 결과 1~8 kHz에 걸쳐 평균 5~10dB의 청력 손실이 있다는 사실을 발표했다. 또 다른 연구에서는, TWA(Time-weighted Average) Sound Level이 대략 87dB인 직물 공장에서 작업자들이 작업시 선호하는 PCP의 음압수준이 1.9dBA 높아지는 것을 조사하고 20년 후 전체 작업자의 5백분위수가 4 kHz에서 4dB가량 영구적 청력 손실이 일어날 것으로 예측하였다 (Skrainar, Royster, Berger, and Pearson 1987).

2. 연구 목적

대다수 국민들의 청력보호차원에서 절실히 요구되는 체계적이고 과학적인 접근 방법으로서 이 연구는 PCP 사용에 관련된 여러 인자들이 청력 손실과 어떻게 얼마나 관련이 있으며 PCP 사용에 의한 현실적인 청력 손실 정도를 파악하는데 근본 목적을 둔다. 아울러, 본 연구진에 의한 Pilot Study (홍성완, 박민용, 1997)와 더불어 국내에서는 PCP 사용으로 인한 청력 손실을 정량적으로 파악하려는 최초의 연구로서, 소음 정도에 따라 적절한 (청력 손실 가능성에 대한) 경고 대책 그리고, 청력 보호를 위한 개인 휴대용 카세트의 사용 방법에 대한 개선 방안 등을 인간공학적 원리를 바탕으로 제시하는데 큰 의의와 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 기초 정보 수집

1.1 설문조사. 실험을 위한 기본정보를 마련하는 단계로서, 설문지를 이용하여 피실험자의 나이, 성별, 직업, 사용중인 PCP Model, 매일 평균 사용시간, 보통 PCP 사용시의 Volume Level (Normal Volume

Level), 소음원(Hard Music, Soft Music, Language/News 등으로 분류), 이용하는 대중교통의 종류와 대중교통 이용시 PCP 사용 시간, 대중교통 이용중과 후의 PCP의 Volume Level 등을 측정대상으로 하였다.

1.2. 배경 소음 측정 및 녹음. 서울 지하철의 소음을 측정하기 위하여 Brüel & Kjær (B&K) Type 2236의 소음 측정기를 사용하여 출퇴근 시간대 지하철 1호선, 2호선, 3호선, 4호선, 5호선, 7호선, 8호선, 국철과 분당선등의 소음을 측정한 결과 평균 88 dBA 수준으로 측정되었다. 단, 여기서 측정위치는 지하철의 승하차시의 위치인 문 부근에서 측정을 하였으며 지하철 소음의 녹음은 SONY DAT Cassette Recorder (Model PC208A)를 이용하여 녹음하였다.

2. 실험 디자인 및 측정

2.1. 피실험자. 본 실험에 참가한 피실험자는 자발적으로 참가의사를 밝힌 대학 재학생 남자 9명 여자 9명 (평균 나이 21 세) 총 18 명이었고 모두 청력검사를 통해 정상 청력 소지자들이었다.

2.2. 실험계획. PCP 음압수준을 측정하기 위한 실험 계획으로는 2개의 독립변수(사용환경, 소음원)를 갖는 3×3 Mixed-factors Design (소음원은 Between-Subjects 변수, 사용환경은 Within-Subjects 변수)을 이용하여 종속변수는 PCP 음압수준 (dBA)으로 정하였다. 사용환경은 지하철의 배경소음에 노출되기 전과 배경소음에 노출시, 배경소음에 노출후의 선호하는 Volume Level 을 기준으로 정하였고, 소음원은 Hard Music, Soft Music, Language/News 등으로 정하였다. 한편, PCP 소음으로 인한 청력변화는 PCP 청취소음원에 노출되기 전의 청력 (dB)값과 PCP 를 총 2 시간 (지하철 사용전 보통수준으로 30 분, 지하철 소음하 1 시간, 지하철 사용후 보통 수준으로 30 분) 청취한후 2 분간 휴식후의 청력값을 측정하여 차이값을 계산하여 청력변화 (청력손실) 값으로 고려하였다.

2.3. 실험 절차. 피실험자들이 사용중인 PCP 를 가지고 Normal Volume Level(보통 청취수준) 및 배경소음에 노출 중과 후의 Volume Level (청취가능 수준) 에 대한 음압수준(dBA)을 A-Weighting 과 1/3 Octave Band 로 설정된 Dual Channel Real-Time Frequency Analyzer (B&K Type 2144)와 실험의 정확성을 높이기 위해 방음실 내에 설치된 Head and Torso Simulator (B&K Type 4128)와 Calibrator (B&K Type 4231)을 이용하여 4 분간의 평균 음압수준 (L_{eq})으로 측정하였다. 또한 측정시간내의 최고 음압수준 (Peak 값)도 측정하였다. PCP 청취로 인한 청력 변화를 측정하기 위해 청력계(Beltone 110 Clinical Audiometer)를 이용하여 Pure-tone(250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz) 으로 왼쪽 오른쪽 귀를 대상으로 측정하였다.

2.4. 자료분석. 측정된 종속변수값 (PCP 평균 음압수준: L_{eq})에 대해 분산분석(Analysis of Variance)을 실시하고 유의결과에 따라 주효과 및 교호효과에 대해 Post-hoc test로서 Bonferroni-t test를 실시하여 세부효과를 분석하였다.

III. 연구결과

1 설문조사 결과

피실험자 18명을 대상으로 설문조사 결과, 사용 년수는 대략 2년 3개월, 하루 평균 사용시간은 약 2.75시간, 일주일에 사용기간은 약 3.5일 정도였다.

2.2 PCP 소음 수준 분석 결과

분산분석(ANOVA)을 통한 결과는 표1에서 나타났듯이 PCP를 사용하는 피실험자를 소음원과 사용환경에 대하여 통계적으로 유의한 ($p<0.05$)차이를 나타냈다.

표1. PCP 소음 수준에 대한 분산분석 요약표

Source	df	SS	MS	F	P
Between Subject					
소음원	2	1905.9722	952.9861	27.32	0.0001
S(소음원)	15	523.2693	34.8846		
Within Subject					
사용환경	2	737.3168	368.6584	36.39	0.0001
사용환경×소음원	4	17.5477	4.3869	0.43	0.7836
S×사용환경(소음원)	30	303.8827	10.1294		
Total	53	3487.9888	65.8111		

Bonferroni-*t* test를 이용하여 Post-hoc test를 실시한 결과, 소음원에 의한 PCP소음 수준은 Hard Music이 95 dB, 그리고 Soft 및 Language/News 청취가 각각 85 dB, 81 dB로 나타났으며, Hard Music과 Soft 및 News/Language 청취간 두 그룹사이에 유의한 ($p<0.05$) 차가 있었다. 또한 사용환경에 따른 PCP청취소음수준은 그림1에서 볼 수 있듯이 모두 유의한 ($p<0.05$) 차이가 나타났다. 자료에서 보듯이, 보통시에 PCP를 82 dB 정도로 청취하지만, 지하철 이용시에는 92 dB 가까이 올려 듣는 것으로 나타났다.

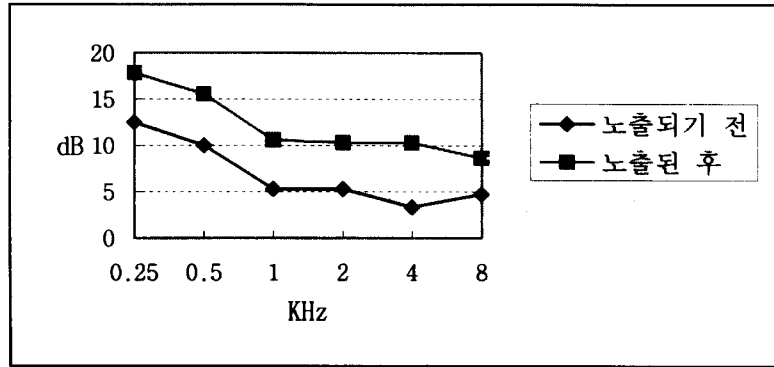


그림3. 왼쪽 귀의 PCP소음에 노출되기전과 후의 차이

IV. 결론 및 토의

이번 연구에서 알 수 있듯이 PCP 사용에 있어서 소음원에 따라서 Hard Music, Soft Music, News/Language 순으로 듣는 유의한 음압수준의 차이가 있었으나 젊은이들이 즐겨듣는 Hard Music의 경우 평균 청취수준이 95 dB의 매우 위험한 수준으로 NIOSH 기준으로 하루에 4시간 이상 PCP를 듣는다면 소음성난청을 초래할 확률이 매우 높다고 할 수 있다. 더구나 음압수준의 경우 NIOSH 절대불허용기준 까지 초과하고 있어 젊은이들에게 PCP 사용에 대한 경각심과 보호 대책이 절실하다고 할 수 있다. 또한 본 연구에서 밝혀 진대로, 지하철 이용시 PCP를 평소 수준 보다 약 10dB 정도 올려 92 dB의 높은 수준으로 듣는 실정을 감안 할 때, 지하철 시설물 (터널, 전동차내부) 의 방음 시설의 개선이 요구되는 바이다. 무엇보다 본 연구의 가장 값진 결과는 2시간 정도의 실제 PCP 사용으로 인한 청력손실을 정량적으로 파악해본 것이라 할 수 있는데, 결과적으로 우리 귀가 가장 민감한 4000 Hz에서 2 시간 만에 최고 7 dB의 청력 손실을 보였다는 점이다. 본 연구에서는, PCP 청취소음노출을 2시간으로 제한하였지만, 장시간 노출이 발생할 경우 심각한 청력손실이 발생할 것으로 예측된다. 만약 하루에 2시간 이상을 꾸준히 사용하는 젊은이들이 몇 년 안에 불행한 영구성 난청을 겪을 확률이 매우 높다는 사실을 접할 때 다시 한번 PCP 사용에 대한 국가차원에서의 특별 대책이나 보호법 제정등을 촉구하는 바이다. 예를들면, PCP 제품에 대해 청력손실 가능성에 대한 경고 문구와 일정 이상의 Volume에 대한 경고 표시등을 함으로써 청력보호를 위한 제도적인 받침이 필요하다.

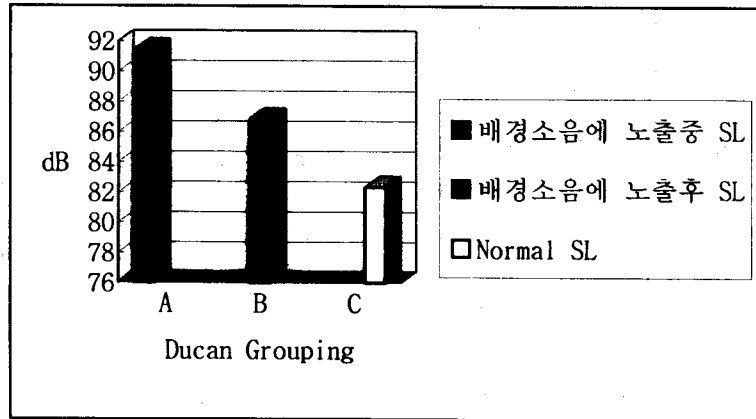


그림 1. 사용환경 주효과에 대한 Post-hoc test를 실시한 결과

한편, 본 연구를 통해 파악된 PCP청취소음의 최고 음압수준은 116.8 dBA 나 되어, 순간 청취수준이 NIOSH 절대 불허용 기준 (115dBA) 을 상회하는 아주 위험한 수준임이 판명 되었다.

2.3. PCP청취 소음으로 인한 청력변화 결과 및 분석

총 2시간의 현실적 상황에서의 PCP소음에 노출되기 전과 후의 청력 변화를 측정 분석하여 각 귀에 대한 주파수별로 *t*-test를 이용하여 청력 변화를 비교하였다. 분석 결과, 오른쪽 귀는 6개 주파수 전 대역에 걸쳐 3.9 ~ 6.1 dB (평균 4.9 dB) 의 유의한 ($p < 0.05$) 청력 변화 (손실)가 있었다. 왼쪽 귀에 대해서도 3.9 ~ 6.9 dB (평균 5.3 dB) 의 청력 변화가 있음을 알 수 있었다. 특히 주목할 것은, 양 쪽 귀 모두 가청주파수 대역중 가장 민감한 부분이라 할 수 있는 4000Hz 부분에서 가장 큰 청력 손실 (오른쪽: 6.1 dB, 왼쪽: 6.9 dB)을 보이고 있어 PCP소음이 영구성 소음성 난청을 유발할 확률이 매우 높다는 사실을 입증했다는 사실이다. 그림 2와 그림 3은 오른쪽과 왼쪽 귀의 PCP소음에 노출되기 전과 후의 차이를 보여주고 있다.

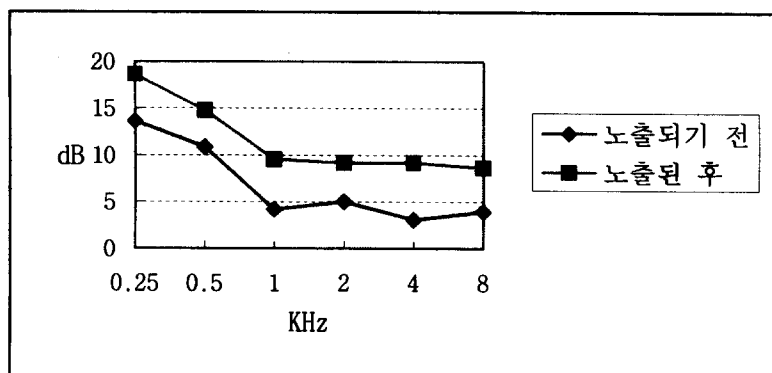


그림 2. 오른쪽 귀의 PCP소음에 노출되기전과 후의 차이

V. 참고 문헌

- 노동부(1993). '92 근로자 건강 진단 실시결과 분석.
- 동아일보 (1997). 동아일보 1997년 2월 4일자.
- 박민용(1996). 노래방 소음 및 난청가능성의 인간공학적 평가와 청각보호방안. 대한인간공학회지, 15 (1): 79-90.
- 일간스포츠(1995). 일간스포츠 1995년 4월 13일자.
- 중앙일보 (1996). 중앙일보 1996년 3월 18일자.
- 한겨레신문(1993). 한겨레신문 1993년 8월 19일자.
- 한국일보 (1997). 한국일보 1997년 1월 25일자.
- 홍성완, 박민용(1997). 휴대용 카세트 사용으로 인한 소음노출실태 및 청력손실 가능성에 관한 연구. '97 춘계공동학술대회논문집, 한국경영과학회/대한산업공학회, 531-534.
- Berger, E.H., Morrill, J.C., Ward, W.D., and Royster, L.H.(1986). Noise and Hearing Conservation Manual, American Industrial Hygiene Association, Akron: OH.**
- Hellstrom, P.A. and Axelsson, A. (1988). Sound levels, Hearing Habits and Hazards of Using Portable Cassette Players. Journal of Sound and Vibration 127(3):521-528.**
- Skrainar, S.F., Royster, L.H., Berger, E.g., and Pearson, R.G.(1987). The contribution of personal radios to the noise exposure of employees at one industrial facility, American Industrial Hygiene Association Journal. 48, 390-395.**