



이어폰 사용과 소음

김 규 상 • 안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터

최근에는 산업장 근로자나 노인에게 주로 발생되던 청력손실이 청소년에까지 점차 확대되면서 청소년의 청력뿐 아니라 청소년의 청력에 영향을 미치는 여러 환경 및 요인에 대한 관심이 고조되고 있다. 그 중 외국어 공부나 음악감상용으로 청소년들 사이에 생활필수품처럼 널리 이용되고 있는 휴대용 카세트가 청소년의 소음성 난청원으로 매우 위험하다는 연구결과가 제시되어 학부모, 교사, 전문가에 의해 청소년 청력상태에 대한 조사와 청력손실을 유발하는 위험요인에 대해 많은 연구가 실시되었다.

청소년기에 취미/오락활동, 가정내 기계·기구, 음악, 교통 등의 소음에 상시적으로 노출될 수 있다. 직업적으로 소음에 노출된 적이 없는 청소년에게서 소음성 난청이 발생할 수 있다는 연구결과가 나오고 있는데, 청소년의 소음성 난청은 큰 소리를 내는 장난감과 개인용 음향기기, 콘서트장, 밴드활동 등의 음악과 관련이 있으며 이외에 모터사이클, 모터 스포츠 등의 레저 활동과 관련이 있다. 이러한 소음은 작업장 소음에 의한 초기 청력손실처럼 3~6 kHz 역의 청력손실을 특징적으로 보여준다.

이 글에서는 주요 취미활동과 관련하여 MP3 등 개인용 음향기기와 헤드셋 착용 근로자의 소음 노출 수준과 이에 따른 청력영향을 살펴보고, 소음저감방법에 대해 알아보려고 한다.

1. 휴대용 음향기기

청소년들의 개인용 음향기기(MP3, 카세트, CD 플레이어) 사용은 장기적인 청력의 유해한 영향과 더불어 단기적으로 대화방해, 수면방해, 학습장애, 작업능력 저하와 신체의 이상변화에 영향을 미치게 된다. 대화방해의 경우 대화시 말하는 사람은 소음의 수준이 커질 때 자연스레 목소리가 커지고 필요에 따라 큰 소리가 나오게 되어 대화가 필요한 작업 수행에 영향을 주고 스트레스를 증가시키게 된다.

휴대용 카세트는 1979년 SONY사에 의해 상업시장에 처음 소개된 이후로 일반적으로 Walkman으로 불렸으며, 작업, 운전, 하이킹, 조깅 등 일상생활 전반에서 광범위하게 인기를 누려왔다. 현재는 MP3 플레이어로 대체되어 널리 사용되고 있다.

Filgor와 Cox(2004)의 연구에 의하면 CD 플레이어의 최대출력음은 91 dB(A)부터 121 dB(A)이며, 최대출력 소음수준은 130 dB SPL에 이른다고 보고하였다. 박민용과 홍성완(1999)의 연구에 의하면 휴대용 카세트 사용 시 최고 소음도(Peak)의 평균치를 비교해 본 결과, 소음원에 따라 남자의 경우 98.1~116.8 dB(A), 여자의 경우 98.5~109.0 dB(A)로 매우 높은 음압수준을 보였다. 소음원과 사용 환경에 따라 차이를 있었다. 소음원에 따라서는 Hard music, Soft music, Language/News 순으로 평균 음압수준의 차이를 보였으며, 사용 환경에 따라서는 배경소음 노출 시 음압 노출수준, 배경소음 노출 후 음압 노출수준, Normal volume level 순으로 나타났다.

일반인의 휴대용 음향기기의 사용패턴에 대한 이현석 등(2010)의 연구에 의하면, 휴대용 음향기기의 소리

출력 제한 기능을 사용하지 않는 대상자와 사용 시 주위의 소음 원인으로 휴대용 음향기기의 볼륨을 높인다고 대답한 대상자가 많은 것으로 나타났다.

Hodgetts (2007) 연구에 의하면 MP3 플레이어를 사용하여 정상 청력 성인을 대상으로 여러 상황에서의 선호청취강도(PLL; Preferred Listening Levels)를 측정하였을 때 조용한 상황보다 소음 상황에서 PLL의 강도가 더 높았으며 두 상황에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

또 최근 세계적으로 인터넷 사용 인구가 폭발적으로 증가하고, 우리나라는 PC방(게임방)이라는 신개념의 공간이 확산되고 있다. PC방은 최근 다소 감소하고 있지만 대형화 고급화되고 있다. PC방은 주로 중/고/대학생 이용자들이 전체 이용자의 90%를 차지하여 이용자의 연령층이 점차 낮아지는 경향이 있으며, 여자보다 남자가 훨씬 많다. 주로 이용하는 콘텐츠는 PC게임이 압도적으로 많은 것으로 나타났다. 또한 PC게임을 할 때 대부분 헤드폰을 착용하는데 이때 최소 80 dB(A)에서 최대 105 dB(A) 정도의 소음에 노출된다.

신재우와 김현욱(2005)의 연구에 의하면 소음수준에 의한 PC방 이용콘텐츠별 헤드셋 좌·우 소음 분포를 조사한 결과, 가중평균치(Lavg)는 PC게임의 경우 좌측에서 100 dB(A)이상의 소음이 8.9% 나타났으며 음악감상의 경우 다른 소음수준에 비하여 우측에서 80 dB(A) 이하의 소음이 73.3%로 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 최댓값은 콘텐츠별로 대부분 90 dB(A)를 상회하며 PC게임의 경우 80 dB(A) 이하의 소음이 나타나지 않았다. PC방에서 헤드셋을 착용하는 중·고등학생은 음악감상보다는 PC게임 이용시 좀 더 높은 소음에 노출되고 있다고 볼 수 있다.

최근 청소년들의 MP3나 개인 휴대용 플레이어의 사용으로 인한 소음성 난청의 보고가 늘고 있다. 몇몇 연구에 의하면 청소년기 남학생 중 15 dB 이상의 청력역치를 나타낸 청소년이 비율이 15%였고(Axelsson 등, 1981), 중국의 경우 개인용 CD 플레이어 또는 MP3을

사용하는 청소년 중 25 dB 이상의 청력역치를 나타내는 비율을 14%로 보고하였다(Fligor과 Cox, 2004). 프랑스의 경우 청소년 중 난청이 있는 비율은 12%였으나, 일주일에 7시간 이상 콘서트를 찾거나 MP3로 음악을 듣는 학생의 경우 66%가 난청이 있는 것으로 보고하였다(Vogel 등, 2008).

박민용과 홍성완(1999)의 2시간 동안 휴대용 카세트 소음 노출 전·후의 청력변화를 비교한 결과에서는 오른쪽 귀의 2000 Hz를 제외하고 모든 주파수대역에서 유의한 차이를 보이고 있었으며, 특히 4000 Hz에서 일시적 청력손실이 가장 크게 나타났다.

박중서 등(2006)의 개인용 음향기기 사용이 청소년의 청력에 미치는 영향 보고에 의하면, 13~18세 사이의 연구 대상자는 하루 평균 3시간 정도를 사용하고 있는데, 4년 이상 사용한 군이 3년 이하 사용한 군에 비해 4000 Hz에서 청력역치가 증가하였다. 그리고 누적사용기간이 13시간·년 이상의 대상자에서 4000 Hz에서 청력역치가 증가하였다.

2007년 귀의 날 행사로 시행한 청소년 소음성 난청에 대한 여승근의 연구보고(2007)에 의하면, 남학생이 여학생에 비해 4000 Hz와 평균청력역치가 유의하게 높았다. 음향기기의 하루 사용시간에 따른 청력역치의 차이는 없었으며, 음향기기를 5년 이상 사용한 학생들이 사용하지 않은 학생들에 비해 4000 Hz에서 의미 있는 청력의 차이를 보였다. 음향기기를 청취할 때 이용하는 도구로 이어폰을 사용하는 학생들이 스피커를 이용하는 학생들에 비해 4000 Hz와 평균청력역치에서 유의하게 높은 역치를 보였다. 그리고 컴퓨터를 사용하여 음악을 듣는 학생들이 MP3, 카세트테이프, CD 플레이어로 듣는 학생들에 비해 청력이 양호한 편이었다.

홍빛나 등(2008)의 MP3 사용에 따른 청소년기 청각기능 평가에 따르면, MP3 사용시간에 따른 4그룹의 청력역치를 분석한 결과에서는 MP3 사용시간이 길어질수록 청력역치가 증가함을 확인할 수 있다. 양 귀의

주파수별로 분석한 결과 양 귀 모두 고주파수로 갈수록 그 차이가 분명하게 나타났으며, 500 Hz에서는 차이가 거의 나타나지 않았다. 왼쪽 귀의 경우 1000 Hz와 8000 Hz에서 유의한 차이가 있었으며, 오른쪽 귀의 경우는 4000 Hz에서 유의한 차이가 나타났다. 그리고 MP3 사용시간이 길어질수록 이명과 이통을 호소하는 비율도 증가하는 것으로 나타났다.

박미혜 등(2009)의 PC방을 장기간 이용한 남자대학생의 청력역치 변화에서 순음청력검사를 주파수별로 조사한 결과, 양측 귀 모두 다른 주파수에 비해 4000 Hz에서의 역치가 더 높은 것으로 조사되었다.

이처럼 MP3 사용이나 PC방의 이용은 청소년기의 청각기능의 손상과 귀 건강에 악 영향을 미치는 것으로 나타나 MP3 사용에 대한 적극적인 교육과 대책이 시급함을 알 수 있다.

2. 헤드셋 착용자의 소음 노출

국내에서는 수만 명(통계청 전국사업체조사) 내지 수십만 명(한국컨택센터 협회 추산)의 콜센터 근로자가 텔레마케팅, 고객상담 등의 업무를 위하여 헤드셋과 같은 음향도구를 착용하고 근무하고 있다. 콜센터로 대표되는 이러한 사업장에서 근로자들은 근무시간 내내 음향도구를 착용한 상태에서 매일 수십 명 이상의 고객과 통화하면서 고객의 음성을 음향도구를 통하여 듣게 되는데 이 과정에서 음향도구의 스피커로부터 출력되는 소음에 노출되게 된다.

직업적으로 헤드셋을 사용하는 근로자의 소음 노출에 대해 Glorig 등(1969)은 헤드셋에서 최고음압수준이 130 dB(0.15초당)을 초과한다고 하였으며, Alexander 등(1979)은 최고음압수준이 94~109 dB 정도라고 보고하였다. 이러한 수준의 헤드셋 소음은 옆사람에게도 들릴 정도의 높은 음압수준으로 하루 한 시간 이상 노출될 때 청력손실이 야기될 수 있으며, 일시적 청

력손실과 영구적인 청력손실의 위험이 증가한다.

프랑스에서는 헤드셋에서 발생하는 소음을 평가하기 위해 귀이 외이도에 의한 음의 증폭현상을 고려한 ISO 11904 standard에 근거하여 총 24개의 콜센터의 소음노출 실태를 평가한 결과, 27%의 근로자는 하루에 85 dB(A) 이상의 소음에 노출되었으며, 25%의 근로자는 80~85 dB(A) 사이의 소음에 노출되었다(Planeau, 2005).

캐나다의 항공 교통 통제사, 전화 교환수, 예약부 상담원, 전화 케이블 유지보수 근로자, 공항 지상직 근로자 등이 근무하는 8개 현장에 대해 마네킹을 이용하여 통신 헤드셋에서 발생하는 소음수준을 측정할 결과, Lex,8 (8시간 등가 소음수준 Leq)은 조용한 사무실에서는 64~81 dB(A)이었고, 시끄러운 환경에서는 77~88 dB(A)이었으며, 비전문가에 의해서 청력보호구를 헤드셋으로 개조해서 사용한 경우에는 95 dB(A)가 발생되었으나 이런 비정상적인 경우를 제외하면 최고 소음노출 수준은 88 dB(A)이었다(Dajani와 Kunov, 1996).

영국에서는 은행, 외주 콜센터, 홈쇼핑, 텔레커뮤니케이션 서비스 등 총 15개의 각각 다른 종류의 콜센터에 대하여 150명의 근로자에 대해 노출되는 소음수준을 측정한 결과(귀이 외이도에 의한 음의 증폭현상을 고려하기 위해 마네킹을 이용하여 평가), 헤드셋에서 발생하는 소음은 65~88 dB(A)[평균±표준편차(SD) 77±5 dB(A)]로 범위가 23 dB(A)에 걸쳐 폭넓게 존재하였으나 70%의 측정치가 평균±표준편차인 72~82 dB(A) 범위에 포함되었다. 최대 볼륨에서 팩스음은 83 dB(A), 모뎀의 변조 신호음은 95 dB(A) 그리고 신호대기음은 88 dB(A)이었다. 근로자가 실제적으로 통화하는 시간을 고려하여 평가한 평균 소음수준은 67~84 dB(A)[평균±표준편차(SD) 74±5 dB(A)]이고 최대 소음수준은 67~87 dB(A)[평균±표준편차(SD) 79±5 dB(A)]로 나타났다(Patel과 Broughton, 2002).

미국 국방부에서 일 최대 6시간 30분 헤드셋 착용

을 하면서 작업을 하는 37명의 근로자에 대한 Stephen 등(1995)의 노출 소음 평가 결과를 보면, 79.9~103.8 dB(A)를 나타냈으며 전체 집단의 기하평균은 87.0 dB(A)이었다. 개인별 최대치는 119.2~148.8 dB로 평균값은 140.8 dB이었다. 미 국방부의 8시간 소음 노출기준인 85 dB(A)를 37명 중 21명이 초과하였다. 그림 1은 개인별 평균 노출 소음수준 분포를 나타낸 것이고, 표 1은 개인별 헤드셋 착용시간, 연속음으로서 시간가중 평균값과 충격음으로서 최대치를 나타낸 것이다. 헤드셋 착용 근로자의 노출 소음에 대한 기하평균값은 연속음 형태이든 또는 충격음 형태이든 실제적으로 노출기준과 비교하면 초과 노출되고 있음을 보여준다.

우리나라에서도 이러한 헤드셋 사용자들에 대한 소음의 노출 정도와 청력 영향에 대한 연구가 많지 않은 실정이나 외국의 연구와 유사한 결과를 제시하고 있다.

조진아 등(2000)의 단측 헤드셋 사용 여성 통신근로자에 대한 연구에서 측정된 실내 환경 소음수준은 평균 63.1 dB(A)이었으나 볼륨강도별(약, 중, 대) 헤드셋 개인평균노출소음은 각각 90.8 dB(A), 94.6 dB(A), 97.8 dB(A)로 범위는 86.2~103.3 dB(A), 최대평균 소음수준은 109.1~128.6 dB(A)로 노출기준인 90 dB(A)를 초과하는 것으로 나타났다. 건강에 유해한 소음 노출 가능성은 있었으나 헤드셋 사용습관(편측 사용자,

교대 사용자)에 따른 청력역치의 차이는 보이지 않았다.

산업안전보건연구원에서 O병원 원내전화교환원 중 감각신경성 난청의 업무관련성의 판단을 위한 2010년 역학조사에서 헤드셋 착용 근로자의 작업 헤드셋 내 소음과 배경소음, 그리고 교환실의 소음을 측정된 결과, 헤드셋 내 소음은 73.4~85.4 dB(A)이었으며(그림 2, 3), 배경소음은 56.4~59.6 dB(A), 별도 공간의 교환실(기계실)의 소음은 57.2 dB(A)이었다. 헤드셋 음량 선호강도가 높을수록 노출 소음 수준은 높았으나, 상담건수와 상담지속시간에 따른 영향도 있었다. 그러나 통상적인 강도 5~8에서 전화교환 상담의 순 노출시간을 고려한다면 노출 소음수준은 80 dB(A)를 초과하지 않는다고 판단하였다.

당해 병원만이 아니라 국내 7개 콜센터의 17명의 상담원에 대한 통화시 헤드셋 소음을 외이도의 공명현상에 의한 증폭량을 주파수별로 보정한 결과 15명은 80 dB(A) 미만이었으나, 2명의 근로자는 실통화시간의 헤드셋 소음이 각각 82 dB(A)와 86 dB(A)로 80 dB(A) 이상의 소음에 노출되는 것으로 나타났다. 그러나 근로자의 휴식 및 대기 시간, 수화시간 등을 종합고려하면 상담원의 1일 시간가중 소음노출수준은 80 dB(A)를 넘지 않을 것으로 예상된다(김갑배 등, 2011).

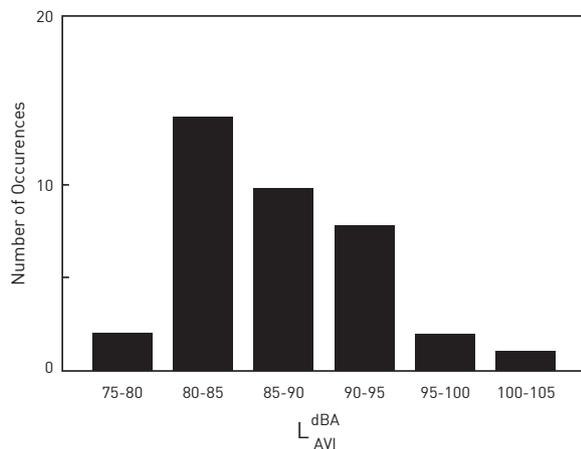


그림 1. 헤드셋 착용 근로자의 개인별 평균 노출 소음수준

	최소	평균	최대	표준편차
연령(세)	20.00	24.49	34.00	3.29
근무기간(년)	1.00	4.76	14.00	3.42
L_{AVI} (dB)	79.9	87.0	103.8	5.6
$L_{PEAK, max}$ (dB)	119.2	140.8	148.8	6.5

표 1. 연구 대상의 인구학적/소음 노출 수준

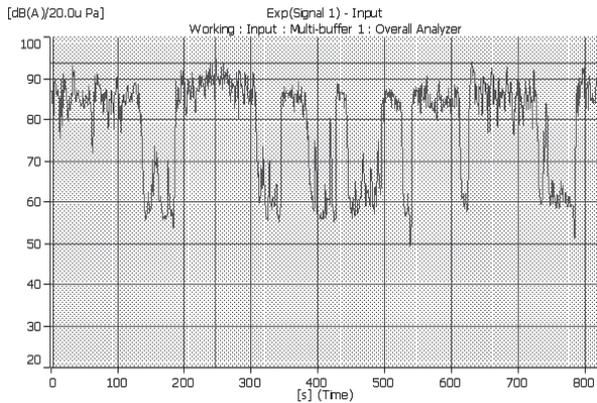


그림 2. 근로자 2의 헤드셋 내 소음 측정 결과
- Leq 85.4dBA(49.2-94.7dBA), 817초 측정, Vol. 7

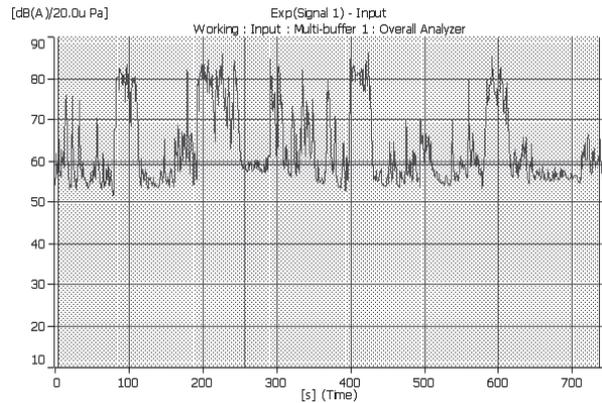


그림 3. 근로자 4의 헤드셋 내 소음 측정 결과
- Leq 73.4dBA(51.4-86.3dBA), 731초 측정, Vol. 5

음향도구 착용 근로자의 성, 연령, 근무시간 외 MP3 등 헤드폰 착용, 소음 노출력, 이(귀)질환력, 기타 일반 질환력, 흡연과 음주 등의 비직업적인 인구사회학적 특성과 총 근속년수, 헤드셋 착용귀, 선호 헤드셋 볼륨, 업무형태 등의 음향도구 착용 관련 직업적 특성에 따라 청력역치에 미치는 영향을 보기 위해 다변량 회귀 분석을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 모형 적합성을 보인 좌측 4 kHz 청력역치에 유의한 영향을 미치는 변수는 성별과 과거 이(귀)질환 과거력이었다(유계목 등, 2011). 이 연구에서 음향도구 착용 근로자의 청력이 비직업적인 성(남녀), 과거 이질환력 이외에 직업적인 헤드셋 착용 직업적 요인과 유의한 관련이 없게 나타난 것은 1일 소음의 실 노출수준이 청력에 미칠만한 수준에 미치지 못하고 있었으며, 또 대상 연구집단의 평균 연령이 28세, 헤드셋 착용 총 평균 근속년수가 3년밖에 이르지 못한데 있다고 판단된다.

그러나 국내·외 헤드셋 착용 근로자의 소음 노출은 평균 또는 최대치에서 청력에 영향을 미칠만한 수준에 노출될 가능성이 있는 만큼 연구 대상자의 확대와 청력에 영향을 미치는 직업적/비직업적 요인에 대한 정량적인 평가, 더불어 코호트연구로서 그 영향의 정도가 정확하게 규명되어야 할 것이다.

3. 이어폰/헤드셋 소음 저감방법

휴대용 음향기기의 높은 출력음은 청각기관에 손상을 일으킬 수 있는 정도의 매우 큰소리로서 이미 많은 나라에서 그 위험성을 보고하고 있다. MP3 사용에 있어서 안전한 사용을 위한 교육이 필요함을 제시하고, 가장 기본적으로 MP3 사용은 하루 한 시간 이하의 사용을 권하고 있으며 볼륨은 최대볼륨에서 60% 이상을 넘지 않도록 권하고 있다(Meyer-Birsh, 1996). 소리출력 제한 기능은 현재 제작되는 휴대용 음향기기의 기능 중 하나로 청력보호를 위하여 구입 시 충분히 고려하여야 할 부분인 것과 동시에 주위의 소음이 발생하여 볼륨을 올리게 되는 상황이 발생한다 하더라도 소리출력 제한 기능을 통해 큰 강도의 소리로부터 청력을 보호할 수 있을 것으로 사료된다.

헤드셋 착용 근로자의 소음 노출 저감방법으로는 기계적인 잡음을 최소화하고 음의 감도를 향상시키며, 현재의 헤드셋 볼륨강도 스위치의 개발(현재의 대·중·소에서 더 세밀한 강도 조정 - 예를 들면, 현재 개발된 10 단계 또는 연속적인 볼륨조정기; 불유쾌강도음을 고려한 최고음압수준의 한계치 설정), 양측 헤드셋의 사용, 부스식의 격리된 공간을 통한 외부 스피커음 (free field sound)에 의한 안내, 건청차 교환원의 배치

가 이루어지는 쪽으로 통신 근로자의 난청 예방관리가 이루어져야 할 것이다.

영국의 경우에는 헤드셋에서 발생하는 예기치 않은 높은 수준의 소음에 노출되는 것을 제한하기 위해 1991년부터 Department of Trade and Industry specification 85/013에 의해 헤드셋을 통해 118 dB 이상의 소음이 전달되지 않도록 제한을 두고 있다. 또한 EU 집행위원회에서도 MP3의 초기상태의 최대음압을 85 dB로 제한한 후 사용자들이 100 dB까지 세팅을 조절할 수 있게 하는 기준의 제정을 검토 중에 있다. 따라서 콜센터 종사근로자의 8시간 근무시간 중 휴식시간, 통화대기 시간 등을 제외한 실제통화 시간은 4시간 내 외임을 감안하여 국내에서도 헤드셋을 통해 85 dB(A) 이상의 소음이 전달되지 않도록 정책적으로 콜센터 헤드셋 앰프의 볼륨에 제한치를 둔다면 콜센터 종사근로자 청력보호에 가장 효과적인 대책이 될 것으로 판단된다.

그 외 대책으로 헤드셋 송화기의 음성 튜브에 음식이나 화장품 및 먼지 등이 끼면 상담원의 음성이 잘 전달되지 않아 민원인이 목소리를 높이게 되어 소음 수준이 높아질 수 있으므로 헤드셋을 잘 관리하여야 한다. 또한, 과도한 음성 재유입으로 인한 음의 증폭을 방지하기 위하여 헤드셋의 마이크로폰은 상담원의 입 정면에 위치하도록 하여야 한다. 그리고 배경소음이 높은 곳에서는 일정 반경 내의 음만 마이크로폰으로 유입되는 소음제어 마이크로폰(noise-cancelling microphone)을 사용하면 상담원과 인접한 주위의 소음으로 인한 배경소음의 차단에 효과적이다(HSE, 2006).

Mujgan (2009)은 콜센터의 소음 환경은 근로자에게 육체적으로 사회 심리적으로 악영향을 미치고 있으며, 배경소음을 감소시키기 위해서는 작업장소의 천장과 벽, 워크스테이션의 파티션 등에 흡음재를 사용하는 것 외에 공간 내에서 일하는 스태프직원의 수를 줄이는 것이 효율적인 방법이라고 하였다.

나가며

과거와 달리 MP3 player를 비롯한 휴대용 음향기기 사용보다 오히려 현대인의 필수품 중 하나로 휴대폰 사용과 관련하여 실내와 보행 중 또는 지하철에서 이어폰과 연결하여 음악을 듣거나 게임 또는 영상을 즐기는 모습이 특히 젊은 층에서 많이 관찰된다.

Chung 등(2005)의 연구에 의하면 휴대용 음향기기의 사용으로 소음성 난청이 의심되는 십대 청소년들은 소리 왜곡, 이명, 청각 과민, 난청 등의 증상을 호소한다. 또 Zogby (2006)의 조사에 의하면 휴대용 음향기기를 사용하는 십대 청소년의 51% 정도에서 청력저하, TV나 라디오의 볼륨을 올리는 것, 대화 시 이해를 못하는 것, 이명 등의 네 가지 증상 중에서 1가지 증상을 호소한다고 한다.

휴대용 음향기기의 사용으로 인한 소음 노출은 작업장 근로자의 노출 소음과 달리, 1) 음악 청취의 즐거움을 위한 자발적 노출, 2) 청취자가 선택한 주관적 음량(선호청취음량), 3) 다양한 배경소음 환경에서 음향기기의 활용, 4) 일/주간 청취시간의 불균일 등에 있어서 질적으로 차이가 있다. 또 음향기기의 청취방법(스피커, 헤드폰, 이어폰)과 이어폰의 종류(on-the-ear, ear-canal, ear-bud 이어폰)에 따라 귀속에서의 노출수준은 다르다.

이어폰 사용자 또는 헤드셋 착용 근로자의 일 8시간 평균 소음 노출수준은 80 dB(A)에 일반적으로 미치지 못하고 있지만 개인적으로 보았을 때는 일부가 90 dB(A)에 근접하고, 최대치로는 120~140 dB를 초과하는 경우도 있다. 물론 이어폰 사용이나 헤드셋 착용 근로자의 소음 노출수준을 경시적으로 살펴보았을 때 국내·외적으로 과거에 비해 음압수준이 점차적으로 낮아지고 있다. 그러나 이어폰/헤드셋 사용으로 인한 난청은 사용자의 짧은 노출기간과 젊은 연령 때문에 확실하게 나타나고 있지 않지만 청력역치는 단기노출로도 일시적 역치변동이나 또는 대조군과 비교하여 일부

고주파수역의 역치손실의 차이를 보여주고 있어 그 영향을 뚜렷히 살펴볼 수 있다. 따라서 이어폰 사용으로 인한 소음 저감을 위한 여러 공학적 대책(최대 음압 설정 등)과 더불어 사용자의 주의를 요한다.

참고문헌

김갑배, 유계묵, 이인섭, 정광재. 음향도구 착용 근로자의 소음노출 실태에 관한 연구. 한국소음진동공학회 논문집 2011;21(7):615-621.

박미혜, 고현정, 한상지. PC방을 장기간 이용한 남자 대학생의 청력역치의 변화. 한국청각언어재활학회 학술대회 발표논문집 2009.

박민용, 홍선완. 휴대용 카세트 소음의 인간공학적 평가 및 안전대책. 대한인간공학회지 1999;18(2):47-55.

박중서, 오선희, 강복수, 김창윤, 이경수, 황태윤, 사공준. 개인용 음향기기 사용이 청소년의 청력에 미치는 영향. 예방의학회지 2006;39(2):159-164.

신재우, 김현욱. PC방(게임방)에서 헤드셋을 착용한 중·고등학생의 소음 노출수준. 한국산업위생학회지 2005;15(2):135-143.

여승근. 청소년 소음성 난청의 현황. 소음성 난청의 현황과 예방대책, 대한이비인후과학회, 2007.

유계묵, 김갑배, 정광재, 김규상. 콜센터 근로자의 청력역치에 영향을 미치는 요인. 한국산업위생학회지 2011;21(3):168-176.

이현석, 신현욱, 김진숙. 휴대용 음향기기 사용 패턴 조사연구. 한국청각언어재활학회 학술대회 발표논문집 2010.

조진아, 권영준, 송재철, 최석주, 김경래, 김현욱. 단측 헤드셋 사용 여성통신근로자의 청력역치에 관한 연구. 항공우주의학 2000;10(2):120-128.

홍빛나, 홍하나, 박태규, 강동호. MP3 사용에 따른

청소년기 청각 기능 평가. 한국청각언어재활학회 학술대회 발표논문집 2008.

Alexander RW, Koenig AH, Cohen HS, Lebo CP. The effects of noise on telephone operators. J Occup Med 1979;21(1):21-25.

Axelsson A, Jerson T, Lindberg U, Lidgren F. Early noise-induced hearing loss in teenage boys. Scand Audiol 1981;10:91-96.

Chiusano SV, Lees PSJ, Breyse PN. An occupational noise exposure assessment for headset-wearing communications workers. App Occup Environ Hyg 1995;10(5):477-481.

Chung JH, Des Roches CM, Meunier J, Eavey RD. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. Pediatrics 2005;115(4):861-867.

Dajani H, Kunov H. Real-time method for measurement of noise exposure from communication headsets. Applied Acoustics 1996;49(3):209-224.

Fligor BJ, Cox LC. Output levels of commercially available portable compact disc players and the potential risk to hearing. Ear Hear 2004;25(6):513-527.

Glorig A, Whitney LH, Flanagan JL, Guttman N. Hearing studies of telephone operating personnel. J Speech Hear Res 1969;12(1):169-78.

Hodgetts WE, Liu R. Can hockey playoffs harm your hearing? CMAJ 2006;175(12):1541-2.

Hodgetts WE, Rieger JM, Szarko RA. The effects of listening environment and earphone style preferred listening levels of normal hearing adults using an mp3 player. Ear Hear 2007;28(3):290-297.

Health and Safety Executive. Advice regarding call centre working practices. 2006.

Jokitulppo J, Bjork E. Estimated leisure-time noise exposure and hearing symptoms in a Finnish urban

adult population. *Noise Health* 2002;5:53-62.

McCombe AW, Binnington J. Hearing loss in Grand Prix motorcyclists: occupational hazard or sports injury? *Br J Sp Med* 1994;28(1):35-37.

Meyer-Birth C. Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players), discotheques, rock concerts) high-definition audiometric survey on 1364 subjects. *Audiology* 1996;35:121-142.

Mujgan SS, Nese YA, Nuri I. Noise problems in a call centre-a case study. *Building Acoustics*. 2009;16(4):329-342.

Park MY. Assessment of potential noise-induced hearing loss with commercial "Karaoke" noise. *Int J Ind Ergon* 2003;31:375-385.

Patel JA, Broughton K. Assessment of the noise

exposure of call centre operators. *Ann Occup Hyg* 2002;46(8):653-661.

Planeau V. Noise hazards associated with the call centre industry. INRS, 2005.

Vogel I, Brug J, van der Ploeg CPB, Raat H. Strategies for the prevention of MP3-induced hearing loss among adolescents: expert opinions from a delphi study. *Pediatrics* 2009;123:1257-1262.

Vogel I, Brug J, Hosli EJ, van der Ploeg CPB, Raat H. MP3 players and hearing loss: adolescents' perceptions of loud music and hearing conservation. *J Pediatr* 2008;152(3):400-404.

Zogby J. Survey of teens and adult about the use of personal electronic devices and head phone. American Speech-Language-Hearing Association: Zogby International, 2006:1-24.

