

연구자료

센터95-6-23

소음성 난청의 판정시 일시적 역치이동에 의한 청력손실의 영향에 관한 연구

1995.



한국산업안전공단
산업보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 연구 결과를 1995년 산업보건연구원과 서울대학교의 공동연구인 “소음성 난청의 판정시 일시적 역치이동에 의한 청력손실의 영향에 관한 연구”에 대한 최종 결과 보고서로 제출합니다.

1995년 12월 31일

제출자 : 산업보건연구원장 문영한

연구책임자 : 서울대학교 의과대학 예방의학교실 교수 조수현

공동연구자 :

산업안전공단 산업보건연구원 수석연구원 강성규, 김양호,

기술직 5급 김소연, 전공의 최경숙

산업안전공단 산업보건부 건강증진과 기술직 4급 정은교

단국대학교 예방의학교실 권호장

길의료재단 송동빈, 이명학, 김선태, 정태연

서울대학교 의과대학 예방의학교실 하미나, 한상환, 주영수,

성주현, 강종원

목 차

I 서론	1
1. 연구의 배경 및 필요성	1
가. 연구 배경	1
나. 국내외 연구 현황(State of Art Review)	6
2. 연구의 목적	10
II. 연구 대상 및 방법	12
1. 연구대상 사업장의 선정	12
가. 전주 H 제지	13
나. 군산 S 제지	13
다. 용인 K 방직	15
라. 인천 H 강관	15
2. 소음폭로 수준 측정	16
가. 개인 폭로 소음수준	16
나. 단위 작업장소의 소음수준	17
다. 주파수 분석	18
3. 연구 대상자의 선정 및 청력 검사	18
가. H 제지	20
나. K 방직	24
다. H 강관	25
4. 청력 검사 방법	26
가. 측정자간 오차	26
나. 검사시간대	27
다. 청력검사 방법	27
라. 일반적인 주의사항	28
5. 분석방법	28
III 결과	30
1. 소음 폭로수준 측정 결과	30
가. 개인 소음 폭로수준 측정 결과	30
나. 단위 작업장소의 소음수준	34

다. 주파수 분석 결과	36
2. 연구 대상자의 일반적 특성	37
가. 분석 대상자 및 분석 제외기준	37
나. 연구 대상자의 일반적 특징	38
3. 시간경과에 따른 일시적 청력저하의 양상	44
가. 소음폭로 후 시간경과에 따른 청력치의 변화 양상	46
IV 고찰	55
1. 일시적 청력저하의 회복 양상	55
2. 소음폭로수준	56
3. 청력검사 순서와 피검자의 학습효과	58
4. 청력 검사 장소와 환경소음의 문제	59
5. 검사자간 및 측정기계간 변이의 문제	60
V 요약 및 결론	61
참고문헌	64
부록	
1. 대상 사업장 배치도	69
가. H 제지	69
나. K 방직	70
다. H 강관	71
2. 설문조사표	74
3. 신체검사표	76
4. 청력검사표	77

표 목 차

표 1. 연도별 전체 직업성 질환에 대한 소음성 난청의 점유율 변화	2
표 2. 소음에 대한 미국과 한국의 허용 기준	3
표 3. 소음폭로 후 경과 시간에 따른 평균 청력 손실의 비교(N=184)	4
표 4. 업종에 따른 소음폭로수준	6
표 5. 일요일 오후근무, 화요일 밤근무 근로자 13명 명단	21
표 6. 일요일 휴무, 월, 화요일 밤근무 근로자 9명 명단	22
표 7. 일요일 휴무, 월요일 낮근무 근로자 10명 명단	22
표 8. 일요일 낮근무, 월요일 밤근무 근로자 13명 명단	23
표 9. 전주 H 제지 개인소음폭로수준 측정결과	31
표 10. 용인 K 방직 개인소음폭로수준 측정결과	32
표 11. 인천 H 강관 개인소음폭로수준 측정결과	33
표 12. 전주 H 제지의 단위 작업 장소별 소음수준	35
표 13. 용인 K 방직의 단위 작업 장소별 소음수준	35
표 14. 인천 H강관 단위 작업 장소별 소음수준	36
표 15. 전주 H 제지의 공정별 주파수 분석 결과	36
표 16. 분석대상자 제외기준	38
표 17. 연구대상자의 성별, 연령별 분포	38
표 18. 연구대상자의 연령, 신장, 체중, 흡연량, 평균근무기간	39
표 19. 연구대상자의 결혼 상태	39
표 20. 연구대상자의 흡연상태	40
표 21. 연구대상자의 과거 소음작업장 근무력	40
표 22. 연구대상자의 난청 가족력	41
표 23. 연구대상자의 고혈압 가족력	41
표 24. 연구대상자의 고혈압 유무	41
표 25. 연구대상자의 소음성 취미 생활	42
표 26. 연구대상자의 군복무력	42
표 27. 연구대상자의 군복무 중 소음폭로력	43
표 28. 평상시 청력보호구 착용 여부	43
표 29. 검사 당일 청력보호구 착용 여부	44
표 30. 기저 청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화: 전체	46
표 31. 시간별 청력 역치 : 전체 근로자	47

표 32 . 기저 청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화 : H 제지	49
표 33. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화 : K 방직	49
표 34. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화 : H 강관	50
표 35. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화:보호구 착용자	50
표 36. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화:보호구 미착용자	51
표 37. 시간별 청력 역치 : 보호구 미착용자	51

그림 목 차

그림 1. 각 시간대별 청력치의 변화 : 전체 대상자, 1000 Hz.	48
그림 2. 각 시간대별 청력치의 변화 : 전체 대상자, 4000 Hz.	48
그림 3. 각 시간대별 청력치의 변화: 보호구 미착용자, 1000 Hz.	52
그림 4. 각 시간대별 청력치의 변화: 보호구 미착용자, 4000 Hz.	52
그림 5. 시간에 따른 일시적 청력저하의 회복 양상, 1000 Hz.	54
그림 6. 시간에 따른 일시적 청력저하의 회복 양상, 4000 Hz.	54

I 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

가. 연구 배경

음(소리; sound)이란 물체의 진동으로 인해 생겨나는 공기의 압력 변화에 의하여 발생하는 물리적 에너지의 전달 형태이다. 음이 사람의 귀에 도달하여 고막을 진동시킬 때 사람은 그 소리를 듣게 된다. 한편, 소음은 '원하지 않는 음(unwanted sound)'이라고 정의한다(백남원, 1995). 음과 소음의 구별은 듣는 사람의 주관에 따라서 많은 차이가 있을 수 있으나 일반적으로 인간의 건강생활에 유해한 작용을 나타내는 음을 소음이라고 할 수 있다. 산업의 발달과 인구 증가 등으로 인간이 속해있는 환경에서 소음은 점차 증가하여 왔고 그에 따라 건강한 생활에 지장을 초래하는 경우도 함께 증가해 왔으며, 앞으로 더욱 많은 문제를 야기할 것으로 예상된다(예방의학과 공중보건 편집위원회, 1993).

우리 나라에서는 소음에 의한 직업적인 건강장해가 높은 수준을 유지하고 있으며, 직업성 질환의 대부분을 소음성 난청이 차지하고 있다. 뿐만 아니라 전체 직업성 질환에서 차지하는 비중이 점차 높아지고 있다(표 1).

표 1. 연도별 전체 직업성 질환에 대한 소음성 난청의 점유율 변화*

연도	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
전체 직업성질환자	6,850	8,408	7,568	7,742	7,187	5,942	4,346
소음성 난청	1,779	1,990	3,410	3,534	3,990	3,345	2,412
백분율(%)	26.0	23.7	45.1	45.6	55.5	56.3	55.5

* 노동통계연감, 1992, 1994.

표에서 알 수 있듯이 전체 소음성 난청자수는 전체 직업성질환자수와 함께 91년 이후로 약간 감소하는 경향을 보이고 있으나 소음성 난청이 차지하는 비율은 계속 증가하여 전체 직업성 질환의 절반 이상을 차지하고 있다.

소음에 대한 허용기준은 나라마다 약간씩 차이가 있는데 미국 ACGIH(미국 산업위생학회; American Industrial Hygiene Association)의 허용기준은 하루 8시간 폭로를 기준으로 85dBA이며 우리 나라 노동부의 허용 기준은 이보다 5dBA 이상 높다(표 2).

표 2. 소음에 대한 미국과 한국의 허용 기준

노출 시간	ACGIH의 허용기준(dBA)	노동부 허용기준(dBA)
24시간	80	-
16시간	82	-
8시간	85	90
4시간	88	95
2시간	91	100
1시간	94	105
30분	-	110
15분	-	115*

* 115dBA를 초과해서는 안된다.

미국의 경우 8시간 작업 기준으로 소음 폭로가 85dBA 이상이면 청력검사를 받도록 하고 있으며 청력 검사 시간과 청력 보호에 관한 규정도 광범위하게 추가로 규정되어 있다. 구체적으로는 1983년 개정된 바에 의하면 1차 청력검사 시 15시간, 2차 검사 시에는 40시간 소음격리(40 hour noise-free examination)후에 측정할 것을 규정하고 있다. 여기서 소음격리 - noise free - 라는 것은 80dBA 이상의 소음에 폭로되지 않는 것을 의미한다 (OSHA, 1983). 독일에서는 청력검사 전 80dBA 이상의 소음에 폭로된지 14시간 이상 경과해야 한다고 규정하고 있다(독일 산업재해보상보험조합 검진 기본규정 G20). 국외의 학계에서도 일반적으로 소음 폭로후 16시간이 경과한 후에 청력검사를 실시하라고 권하고 있으며 일부에서는 48시간 소음격리를 권하고 있다(Niland 와 Zenz, 1994). 반면 우리 나라는 청력 측정에 관한 규정에서 소음 폭로후 청력측정 시점까지의 경과시간이 규정되어 있지 않다. 우리나라의 일부 문헌에서는 “수검자가 소음노출 후 30분 이상이나 가급적 충분한 시간이 경과한 다음에 실시하되 검사 상에서 청력손실의 소견이 있을 때는 일정한 시간 간격으로 반복검사하여 더 이상 회복이 되지 않고 고정되었을 때의 소견을 가지고 판정한다”(예방의학과 공중보건 편집위

원회, 1992)라고 나와 있으며, 실지로 우리 나라에서 출판된 여러 논문들에서 이러한 기준을 사용하였다는 언급이 나와 있다. 이 때문에 작업장에서 소음에 지속적으로 폭로되면서 일하던 근로자의 청력이 청력검사 상에서 측정되기 때문에 일시적인 소음피로에 의한 청력저하 - 일시적 역치이동, Temporary threshold shift - 가 없는 시점, 즉 소음폭로 후 충분한 시간이 경과한 시점에서의 청력에 비해 청력이 나쁘게 나타날 가능성이 있을 수 있다. 이러한 경우 불필요하게 많은 수의 근로자가 청력 2차 검진 대상으로 선정되게 되어 불필요한 인력 및 재원의 낭비뿐 아니라, 근로자들의 불편과 노동 생산성의 감소 등이 초래될 것이다.

이러한 사실은 김지용 등의 연구에서 나타난 것처럼 특수건강 검진 시의 2차 청력검사자들에 있어서 청력 손실의 정도가 소음에 폭로된 지 몇시간 후에 측정하였는가에 따라 평균 5dBA에서 17dBA까지의 차이를 보이고 있는 것에서 유추해볼 수 있다(표 3).

표 3. 소음폭로 후 경과 시간에 따른 평균 청력 손실의 비교(N=184)*

(unit: dBA)

소음폭로후 경과시간(시간)	왼쪽 귀		오른쪽 귀	
	4분법에 의한 평균청력손실	4000 Hz의 평균청력손실	4분법에 의한 평균청력손실	4000 Hz의 평균청력손실
	(평균±표준 편차)	(평균±표준 편차)	(평균±표준 편차)	(평균±표준 편차)
15시간 이내	31.2±8.8	52.9±11.1	29.3±7.6	50.3±12.9
16시간 이상	28.6±5.6	47.6±7.8	24.6±3.8	40.4±7.7

* 김지용 등. '철강공장 근로자를 대상으로 살펴본 소음성 난청 진단기준에 관한 조사' 예방의학회지 1993: 제 26권 제 3호 p.375.

이 때 2차 청력검사를 작업 후 3시간 전에 검사한 근로자 수는 전체 연구 대상 근로자의 48.5%로 가장 많았으며, 15시간 이전에 검사한 근로자는 84.8%(156명)이었고, 작업 후 16시간 경과한 후 검사한 근로자의 수는

15.2%(28명)에 지나지 않았다(김지용 등, 1993).

또 1994년 산업보건연구원이 총 60개의 소음 폭로 사업장에서 실시한 '사업장에서의 청력보존 관리운영에 관한 실태 조사연구'에 따르면 청력검사 받기전 14시간 동안 소음에 폭로되지 않은 상태에서 청력검사를 받는지 여부를 묻는 질문에서 1차 검사에서 그렇다라고 대답한 사업장은 단지 11개소로서 18.3%였고, 2차 검사에서는 36개소로 60.0%를 차지하고 있었다(한국산업안전공단 산업보건연구원, 1994). 이 조사에서 청력검사를 받기 전날 근로자에 소음에 폭로되지 않도록 주지를 시키는 경우는 19개소 31.7%로 나타났다. 이처럼 청력 검사 직전에 소음 격리 시간이 어느 정도였는가가 그 검사 결과에 현저히 큰 영향을 미치고 있음에도 불구하고, 대부분의 특수건강 검진 시에는 일정한 검사 시간에 대한 지침이 제시되고 있지 않아, 일시적 청력저하의 영향으로 인하여 소음성 난청을 진단하는데에 혼란이 초래되고 있음을 짐작할 수 있다.

한편 우리 나라 산업장의 소음 실태는 일부 조사에 의하면(백남원, 1968) 업종에 따라 소음의 음압수준이 차이가 컸지만 비교적 저소음 공장의 소음 수준도 1일 8시간 폭로시의 소음수준보다 높게 나타났다. 우리 나라 산업장에서의 소음 실태는 과거 몇십년간 크게 달라진 바가 없으므로 이 연구결과는 현재에도 적용할 수 있을 것으로 판단된다(백남원, 1995). 업종별 음압수준은 조선업, 자동차 공장, 석탄광업소, 강철공장, 제련소, 제지공장, 방직공장, 고무가공공장, 건전지 공장, 도자기 공장의 순서였고 인쇄공장에서 가장 낮게 나타났다(표 4).

표 4. 업종에 따른 소음폭로수준

업종	음압수준(dBA)	중양값*(dBA)
조선업	92~126	109
자동차 제조업	81~117	99
석탄광업	97~115	106
강철 제조업	86~113	99.5
제련소	85~110	97.5
제지업	89~105	97
방직업	82~103	92.5
고무제품 제조업	80~101	90.5
건전지 제조업	82~99	90.5
도자기 제조업	90~98	94
인쇄업	57~94	75.5

* 음압수준의 중양값임

이 표에서 볼 수 있듯이 업종별 음압수준의 중양값을 소음폭로의 지표로 간주할 경우 인쇄업을 제외한 모든 업종에서 하루 8시간 근무시의 소음폭로 기준을 초과하고 있다. 실지로 기존 연구에 의하면 90dB의 음압수준에서 최대 나타날 수 있는 일시적인 소음피로에 의한 청력저하 - TTS - 는 30dB 정도까지 이를 수 있는 것으로 되어 있고(William Melnick, 1976), 이는 건강한 20대 남성의 경우도 청력이 30dB 저하되게 나타날 경우 2차 청력검사 대상이 되기 때문에 현실적으로 큰 문제가 될 수 있음을 알 수 있다.

나. 국내외 연구 현황(State of Art Review)

국내에서 일시적 소음피로에 의한 청력저하에 대한 연구가 이루어진 것은 거의 전무하다. 외국의 경우에도 대부분의 연구는 윤리적인 문제와 현실적인 시행 가능성 때문에 토끼 등의 동물을 대상으로 하거나 실험실에서 자원자를 대상으로 수행된 것들이다. 기존 연구의 결과를 종합하면 소음피로에

의한 일시적 청력저하는 소음원의 주파수에 관계없이 3~6 kHz에서 가장 현저하게 나타나며, 일시적 청력저하의 발생 및 회복은 시간-청력곡선상에서 Log-linear하다. 즉 시간을 log-scale로 잡은 그래프상에 일시적 청력저하는 직선 형태로 나타난다.

일시적 청력저하는 소음폭로에서 주어진 조건 - 소음의 크기, 소음의 성질(nature) 등의 조건 - 에 따라 어떤 최대값에 접근해 가는데 이를 Asymptotic Threshold Shift(ATS)라고 한다. 다시말하면 Asymptotic threshold shift란 일시적 청력저하의 한 형태로서, 소음폭로시간이 경과함에 따라 폭로수준(폭로된 소음의 강도, 주파수, 기간, 단절성 등을 포함하는)별로 최대 역치 이동(Threshold shift)에 접근해가는데 그 접근해가는 역치이동을 의미한다. 즉 ATS란 소음폭로에 의해 나타날 수 있는 TTS의 최대값이라고 할 수 있다. 현재까지의 여러 연구에 의하면 Asymptotic threshold shift는 다음 특성을 갖고 있다(Melnick, 1976).

- 1) 소음폭로 8~12시간후에 ATS에 도달한다.
- 2) 30dB 정도의 ATS에서 회복되는데는 24시간 이상이 필요하다. 단기간의 강한 소음에 폭로되어 생기는 Threshold shift는 이보다 빨리 회복된다.
- 3) ATS를 일으킬 수 있는 최소 소음수준은 60~70dB 정도이며, 이보다 큰 소음폭로에서 폭로가 1dB 증가할 때마다 ATS는 1.6dB 증가한다.
- 4) 역치 이동(Threshold shift)을 일으킬 수 있는 최소 소음 수준은 주파수에 따라 다르다.
- 5) 특정 소음에 의해 생기는 주파수별 역치 이동(Threshold shift)은 그 특정 소음의 noise spectrum에 따라 다르다. 저음의 소음은 고음의 소

음보다 광범위한 주파수대에 영향을 미친다.

6) 역치 이동(Threshold shift)의 성장과 회복은 지수함수적(exponential)이다.

한편 소음 폭로에 의한 청력장애는 폭로된 소음의 총 에너지량과 비례한다는 개념이 소음성 난청에 있어서 오래전부터 인정되고 있다(김광중, 1987). 이를 청력손실에 대한 동에너지 개념 - The equal energy concept - 이라고 한다. 다시 말하면 Equal Energy Concept는 소음의 형태(지속성 혹은 충격성), 소음의 주파수 특성, 폭로시간, 소음수준에 관계없이 폭로된 소음의 총 에너지와 소음에 의한 청력손실이 비례한다는 개념이다. 이 개념을 요약하면 다음과 같다.

1) 동일한 소리 에너지는 동일한 청력손실을 초래한다.

2) 청력손실은 폭로된 소리 에너지의 함수이다. 단, 이 함수는 꼭 직선적이지 않을 수 있다.

3) 시간과 소음수준이 소리 에너지의 폭로수준을 결정한다.

이 개념은 영구적인 소음성 난청(Permanent threshold shift; PTS)에는 잘 적용이 되지만 본 연구에서 대상으로 한 소음피로에 의한 일시적 청력저하에는 잘 적용이 되지 않는 것으로 알려져 있다(Melnick, 1976). Melnick은 1976년까지 출간된 일시적 청력저하에 관한 동물실험, 인간을 대상으로 한 실험실적 연구 등을 종합하였는데 그에 의하면 충격적 소음(Impulse noise)에 의한 일시적 청력저하의 발생은 동일 에너지 개념(equal energy concept)에 의한 예측값과는 많은 차이가 있으며, 소음의 특성, 특히 시간적 특성과 소음피로에 의한 일시적 청력저하 사이에는 분명한 관계를 정립하기도 어렵다고 하였다. 이러한 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

1) 동일한 에너지를 가지지만 충격음의 간격(impulse rate)이 서로 다른 경우에는, 발생하는 일시적 청력저하의 양상도 서로 다르다.

2) 여러 연구자들의 연구 결과가 소리 에너지와 일시적 청력저하의 상관관계를 입증하지 못했을 뿐만 아니라, 연구자들의 결과간에 일관성(Consistency)이 없다.

3) 동물실험에서 지속적 소음, 단속적 소음, 복합적 소음(continuous, impulse, combination noise)에 각각 폭로되었을 때, 앞의 두가지 소음은 비교적 적은 일시적 청력저하를 초래하고, 시간이 지나면서 거의 정상으로 회복되었지만, combination 소음에 의한 일시적 청력저하는 그보다 약 2배 컸고, 상당한 정도의 영구적 청력손실(permanent threshold shift)을 초래한 것으로 나타났다.

반면 영구적 소음성 난청(PTS, NIHL; Noise induced hearing loss)는 여러 연구들의 결과를 종합해 볼 때 극단적인 경우가 아니면 동일 에너지 개념(equal energy concept)을 적용하는데 무리가 없는 것으로 나타났다.

실지로 90 - 100 dB 정도로 소음이 심한 양조장 근로자를 대상으로 실시한 연구에서도 이러한 개념들과 잘 일치하는 소견을 보였다(Raymond 등, 1978). 이 연구에서는 9명의 양조장 근로자를 대상으로 2일간 6회 - 점심 휴식시간 전, 후와 하루 근무가 끝나고 난 뒤 - 의 청력검사를 실시하였다. 대상자들은 평균 15년간 매일 6-8시간 양조장에서 소음에 폭로되면서 일했다. 그 결과 몇 년간 소음이 심한 작업장에서 근무하여 상당한 영구적 청력손실을 가진 대상자들에게서 일시적 청력역치가 폭로 중에 생기거나 폭로 후에 회복될 때 지수적(exponential)인 양상을 보이는 것이 확인되었다. 이 결과를 요약하면 다음과 같다. 하루의 폭로에 의해 생긴 일시적 청력손실이 다음 폭로 이전에 완전히 회복된다면 전혀 해롭지 않으며 - 즉 영구적 소음성 난청을 유발하지 않으며 - 일시적 청력손실이 회복되는 절대적인 속도는

어떠한 방식으로 얼마나 일시적 청력손실이 생겼는가 하는 것과 무관하였다.

이러한 점에 비추어 볼 때, 본 연구에서 일시적 청력손실이 생겨서 언제 얼마나 회복되는가 하는 양상을 조사하는 것은 청력검사의 정확성, 즉 소음 폭로 후 청력검사시 필요한 회복시간(noise-free)의 문제에 대해서 뿐 아니라, 영구적 난청이 생길 위험에 대한 평가도 동시에 가능하여 근로자의 소음성 난청의 예방 및 관리방안을 마련하는데에 기초적인 토대를 제공해 줄 수 있으므로 대단히 중요하다고 할 수 있다.

2. 연구의 목적

실지 근로자들의 청력측정 시에 문제가 되는 일시적 청력저하는 소리 에너지, 즉 소음수준에 비례해서 발생하지 않으며 소음의 특성에도 영향을 받기 때문에 소음수준 측정만으로 그 정도를 예측할 수 없다. 따라서 청력 검사 시에 일시적인 청력저하의 영향을 배제하기 위한 유일한 방법은 검사 전에 일정 시간 소음 폭로를 피하여 충분한 회복 시간을 가지는 것이다.

기존 연구들에서는 인위적으로 조작된 실험실적인 조건이 아니라 여러가지 복합적인 주파수와 다양한 특성의 소음이 동시에 존재하는 실지 근로자들의 근로환경에서 생긴 일시적 청력저하에 대한 경우는 극히 드물다. 즉 실지 산업현장에서 발생한 일시적 청력저하의 양상과 그 회복 시간 등을 제시한 경우가 거의 없고 또 그러한 연구들간에 일치되는 시점을 찾기 어렵다.

따라서 본 연구는 현장에서 근무하는 근로자를 대상으로 소음 폭로 시간별로 4회 청력검사를 실시하여 일시적 청력저하로부터 회복되는데 필요한 시간을 산출하는 것이다. 이것을 특수건강 검진의 1차 청력검사시 소음폭로 후 회복시간에 대한 규정을 마련하는데 필요한 근거로서 제공하고자 한다. 그 결과 불필요한 2차 검사 대상자가 적게 발생하도록 하여 근로자들의 불편을 덜고, 생산성의 증가를 기대할 수 있을 것이다. 또한 근무 중 생긴 일

시적 청력저하로부터 완전히 회복되는 시간을 산출하여 소음폭로에 따른 영구적 난청을 방지하기 위해 취할 수 있는 소음폭로-회복 시간에 대한 적절한 지침을 제공하는 것을 2차적 목표로 하였다. 이러한 결과로부터 나아가서 우리 나라 근로자의 보건수준을 향상시키는 것을 궁극적인 목표로 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

현장에서 근무하면서 실지 현장 소음에 폭로되고 있는 근로자를 대상으로 소음 폭로 후 시간경과에 따라 4회에 걸쳐 청력검사를 실시하여, 일시적 청력저하로부터 회복되는 양상을 살펴보고, 일시적 또는 영구적 청력저하에 미칠 수 있는 다른 요소들과 해당 근로자의 일반적인 사항에 대한 정보를 얻기 위하여 설문조사를 실시하였다. 본 연구에서 얻고자 했던 중요한 정보들은 다음과 같은 사항들이다.

- ① 대상 근로자들의 소음폭로 후 시간경과에 따른 청력
- ② 대상 근로자들의 근무하는 작업장의 소음 수준(area monitoring)
- ③ 대상 근로자 개개인의 근무시 소음폭로 수준(personal monitoring)
- ④ 대상 근로자들 개개인에 대한 이경 검사와 문진, 진찰
- ⑤ 대상 근로자들의 청력에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인들 : 과거 총성 폭로력, 일상 생활에서의 소음 폭로력, 과거 직업상 소음 폭로력, 이독성 약물(ototoxic drug)의 사용력, 중이염 등의 기질적 이계(耳系) 질환의 과거력, 고혈압에 대한 병력, 난청 및 고혈압 등의 가족력 등

이러한 정보의 구체적인 수집과정은 다음과 같다.

1. 연구대상 사업장의 선정

대상 사업장을 선정하는데 있어서 소음이 많이 발생하는 업종의 사업체로

서 - 조선, 자동차 제조업, 석탄광업, 강철 제조업, 제련소, 제지업, 방직업, 고무제품 제조업, 건전지 제조업, 인쇄업 등(백남원 1968) - 대상자를 확보할 만큼 충분히 규모가 크면서, 기숙사 등이 있어서 근무시간 이후 큰 무리없이 근로자들에 대한 청력검사를 실시할 수 있는 여건이 되며, 이러한 업체 중에 사업주와 노조측의 협조를 얻을 수 있는 곳으로 선정하고자 하였다. 수차례의 회사측과의 접촉과 사전 예비조사를 거쳐서 최종적으로 선정된 사업장이 전주의 H 제지 주식회사, 용인의 K 방직 주식회사, 인천의 H 강관, 이렇게 3개 업체였다.

이들 대상 사업장 이외에, 잠정적으로 대상으로 선정했던 군산 S 제지를 포함시킨 4개 사업장에 대해서 현실적 타당성을 평가하기 위해서 예비조사를 실시하였고, 그 결과 얻은 결론은 다음과 같았다.

가. 전주 H 제지

전주에 위치한 H 제지는 제지업체중 대규모에 속하는 규모를 가진 곳이었다. 회사 가까이에 기숙사가 있으며, 회사와 기숙사측의 협조를 구할 수 있었고, 또 기숙사 내에 설치되어 있는 도서실과 조용한 방 2개를 설문조사, 이학적 검사 및 청력검사 장소로 이용할 수 있었다. 또한 기숙사에 기거하는 직원의 대부분은 건강한 미혼의 젊은 남자로서 본 연구의 목적에 부합되는 대상자로 판단되었다. 따라서 예비조사를 통해 회사측과 기숙사측, 그리고 대상 근로자의 협조를 구하였고, 필요한 준비를 해서 연구진이 방문, 3박 3일간 본 조사를 실시하였다.

나. 군산 S 제지

군산에 위치한 S 제지는 소음이 많이 발생하는 곳으로 알려진 제지업체로서 직원수는 940명이며 이중에서 소음부서로 볼 수 있는 원질부와 초지과 직원

은 각각 24명, 79명이 근무하여 소음부서 근로자수는 총 103명이 되었다. 교대근무는 1일 3교대를 기본으로 갑, 을, 병 세조로 운영하며 근무시간은 갑조 08~16시, 을조 16~23시, 병조 23~08시이다. 근무조 교대는 매달 1, 6, 11, 16, 21, 26일 실시되고 있었다. 교대는 갑 → 병 → 을 → 갑 의 순서로 이루어진다. 갑 → 병 으로 전환될 때는 32시간의 휴식시간이 있고, 병 → 을, 을 → 갑 으로 전환될 때는 각각 8시간의 휴식시간이 있다. 휴일은 기본적으로 일주일에 하루의 휴일이 있으나 휴일근무시 정규근무보다 약 300%의 보수를 지급하는 관계로 근로자들의 대부분이 휴일 없이 근무한다고 하였다.

이 사업장에서 소음 수준을 측정해 본 바에 따르면, 우선 기숙사가 없는 사업장이었고, 주변에 하숙촌 등도 형성되어 있지 않았으며 대부분 인근지역에서 출퇴근한다고 하였다. 근무교대시간이 24시가 아닌 23시인 이유도 퇴근시 교통수단을 고려한 것이라고 하였다. 100세대의 사원 아파트가 있으나 대부분 경력이 많은 나이많은 직원이 거주하여, 사원 아파트 거주자는 본 연구의 바람직한 대상이 아닌 것으로 판단되었다. 개인보호구는 거의 대부분의 경우 착용한다고 하며, 청력측정용 booth 는 없고, 특수건강검진시에 청력검사는 식당에서 실시한다고 하였다.

설문조사, 신체검사, 청력측정에 사용될 수 있는 공간은 대회의실과 소회의실이 해당될 수 있었으나 24시간 가동되는 공장소음으로인해 대회의실의 소음수준이 48~54 dB, 소회의실의 소음수준이 47~48 dB 정도로 청력검사를 할 수 있는 장소로서 부적합하다고 판단되었다. 특수건강검진시 청력검사 때 사용되는 식당은 이보다 더 소음 수준이 더 높았다.

본 예비조사를 통해 결론적으로, 이 사업장의 경우에 기숙사가 없고, 청력검사에 적당한 장소가 없으며, 정기적인 휴일을 지키는 근로자가 거의 없어 충분한 휴식 후 Baseline 청력 - 4차 검사 - 을 얻기가 어렵고, 근로자들이 교대근무후 바로 퇴근하지 않으면 대중교통수단을 이용하기 어려운 조건이라, 본 연구에 적합한 사업장이 아니라고 판단하였다. S 제지는 본 조사 대상에

서 제외되었다.

다. 용인 K 방직

용인에 위치한 방직업체인 K 방직은 대부분 젊은 여성인 근로자가 근무하는 업소로서, 기숙사를 갖추고 있으며, 기숙사에 기거하는 근로자는 대부분 산업체 야간학교를 다니는 어린 학생들이었다. 기숙사내에 오락실이 있고 그 안에 노래방 booth를 갖추고 있어서 이 노래방 booth를 청력검사용 booth 대용으로 사용할 수 있을 것으로 판단되었다. 노래방 시설이 설치된 오락실을 회사측의 협조를 얻어 이틀간 빌릴 수 있었다. booth 내 소음 수준은 30 dB 내외이었다.

또한 본 조사를 추석 연휴에 바로 이어서 실시한다면 근무시 소음폭로에서 충분히 회복된 4차 청력검사를 실시할 수 있을 것으로 생각되어 추석 연휴가 끝나고 근로자들이 귀사하는 시점부터 2박 3일간 본 조사를 실시하였다.

라. 인천 H 강관

인천 남동공단에 위치한 H 강관은 대표적인 소음업종으로 알려져 있는 제강업소로서, 기숙사가 없다는 단점이 있었으나 인천에 소재하고 있는 길의료재단 산업의학연구소와 중앙길병원 이비인후과, 그리고 H 강관측의 협조를 얻어 대상으로 선정된 근로자들이 회사에서 가까운 중앙길병원을 3회 방문하도록 하여 설문조사와 이학적검사, 소음검사를 실시할 수 있을 것으로 판단되었다.

단, 2차 청력검사인 폭로후 6시간 내외의 청력검사는 근무가 5시에 끝난 뒤 6시간후인 밤 11시 경에 측정하여야 하기 때문에 현실적인 타당성이 적

어 제외하고 나머지 3차례의 청력검사만을 실시하도록 하였다. 2차 청력검사를 제외하고, 질병원측의 협조를 구함으로써 인천 H 강관 근로자들을 대상으로 연구를 수행할 수 있었다.

2. 소음폭로 수준 측정

대상 사업장의 작업장내 소음측정은 근로자 개인의 폭로량, 단위작업장소의 소음수준(Continuous Equivalent Sound Pressure Level)으로 나누어 측정하였으며 전주 H 제지에서는 소음수준과 더불어 소음의 주파수 분석도 실시하였다. 구체적인 측정 대상 및 평가방법, 그리고 측정장비 등은 다음과 같다.

가. 개인 폭로 소음수준

1) 측정 대상 및 방법

근로자의 개인폭로 소음수준 측정은 조사대상 소음작업 부서에 근무하는 생산직근로자를 대상으로 소음폭로량계(Noise dose meter)를 작업자의 귀 가까이 이의 어깨 부위에 부착하여 1일 8시간 작업중 6시간 이상을 측정하였다. H 제지에서는 소음작업 부서에 근무하는 생산직 근로자 중 23명을, K 방직에서는 12명, H 강관에서는 조사대상자 전원에서 개인별 소음폭로량(personal monitoring)을 측정하였다.

2) 평가방법

조사대상 작업장의 소음작업 부서에 근무하는 근로자의 개인폭로 소음수준 평가는 작업환경측정 실시규정(노동부 고시 제 93-12호)에 의거 1일 8시간 작업시간 중 6시간 이상 측정하여 소음폭로량계(Noise dose

meter)에 나타난 수치(%)를 다음 식에 의거 산출하여 이것을 8시간 시간
가중평균(TWA; Time weighted average) 농도로 간주였다.

$$Leq = 90 + 16.61 \log \frac{D}{12.5T}$$

여기서, Leq : A특성 등가소음레벨

D : 소음선량판독치(%)

T : 포집시간(hr)

3) 측정장비

소음 수준의 측정은 2가지 종류의 기계를 사용하였는데, Noise dose
meter(Bruel and Kjaer, Type 4434, 4428)와 Noise dose meter(Larson ·
Davis, Type 700, 710)이었다.

나. 단위 작업장소의 소음수준

1) 측정 대상 및 방법

단위 작업장소에서의 소음수준 측정은 대상 근로자의 작업위치인 바닥면
으로부터 1.5m 높이에서 정밀소음계를 사용하여 보정특성 A, Slow type으로
 Leq 방식에 의거 측정하였으며 소음발생수준이 균일하다고 판단되어 1시간
간격으로 3회 이상 측정하였다.

2) 평가방법

단위작업장소에서의 소음수준 평가는 노동부 고시(제 93-12호)에 의거 하루 8시간 작업동안 소음수준이 균일하다고 판단되어 3회만 측정하여 이것을 평균하여 8시간 작업시의 평균 소음수준으로 하였다.

3) 측정장비

이 때 이용한 장비는 Precision intergrating sound level meter(Bruel and Kjaer, Type 2230)이었다.

다. 주파수 분석

1) 측정대상 및 방법

소음작업부서의 단위작업장소에서 근무하는 근로자의 작업위치를 중심으로 정밀소음계에 대역통과필터(Band pass filter)를 부착하여 1/1 옥타브 밴드 분석을 실시하였다.

2) 측정장비

사용한 장비는 Precision interation sound level meter(Bruel and Kjaer, Type 1625), 1/1 ~ 1/3 Octave filter set 이었다.

3. 연구 대상자의 선정 및 청력 검사

연구 대상자는 연구의 목적을 달성하기 위해 몇가지 기준을 사용하여 선정되었다. 사용된 일반원칙은 다음과 같다.

① 만 50세 이하

- ② 소음폭로력 5년 이하
- ③ 폭로-회복시간에 맞추어 청력측정이 가능한 사람
- ④ 이학적 검사와 이경검사를 통해서 기질적 청력장애나 청력계 (Auditory system)에 장애가 없는 사람

연구 대상자를 만 50세이하로 국한한 이유는 노인성 난청에 의한 영향을 배제하기 위함이었고, 소음 폭로력 5년이하로 선정한 이유는 장기간의 사업장 소음으로 인하여 발생할 수 있는 영구적 청력 손실의 영향을 배제하기 위함이었다.

선정된 대상자에 대해 소음 폭로후 경과 시간에 따른 4회의 청력측정이 가능한 시간을 사업장의 작업사정에 따라 정하고 각 사업장별로 별도의 시간표를 작성하였다. 청력 검사는 직업적 소음폭로후 32시간 이상 휴식하여 소음폭로로부터 생겼을 일시적 청력 저하의 효과가 충분히 사라졌을 것으로 판단되는 시간에 1회(4차 검사), 소음 폭로 후 2시간 이내(소음 폭로 직후~2시간까지)에 1회(1차 검사), 소음 폭로 7시간 이내(소음 폭로 후 5~7시간)에 1회(2차 검사), 소음 폭로후 16시간 이내(소음폭로 후 14~16시간)에 1회(3차 검사), 이렇게 1인당 총 4회 실시하였다. 이렇게 검사시간대를 정한 이유는 무엇보다도 연구 수행의 현실성 때문이었다. 기존의 연구들에서는 인위적으로 조작이 가능한 실험실 조건에서 자원자를 대상으로 실시하였으므로, 일시적 청력저하에 있어서 생리학적으로 중요한 의미를 지니는 소음격리 직후 2분을 포함하여 최소한 분단위로 청력검사를 실시하여 정밀한 자료를 얻고 있으나, 본 연구는 실지 현장에서의 근로자를 대상으로 실시하는 것이었으므로 이러한 방법은 불가능하였다. 그러나 본 연구의 목적이 특수건강 검진시 청력검사의 기준을 마련하는 것에 있다고 볼 때 실지로 검사를 실시할 수 있는 시간대를 선정한 것은 타당하다고 생각하였기 때문이다. 즉 본 연구에

서 정한 4회의 청력 검사시간대는 실지 특수건강검진 1차 또는 2차의 청력 검사 시에 사용되는 시간대와 사실상 일치하고 있다는 점이다. 또 각 업체마다 근무교대 일정이 다르고, 일부 업체(H 강관)에는 기숙사가 없는 문제점이 있으며, 32시간 이상 휴식한 시점의 청력을 측정하기 위해서는 반드시 휴일 직후이어야 하므로, 각 업체마다 별도의 근무 교대시간별로 대상자를 선정하여 청력검사시간을 배정하였다. H 강관의 경우에는 현실적인 문제를 고려하여 2차 검사를 제외하였다. 모든 대상자들에게서 매일 근로시간 중의 소음폭로 수준은 동일한 것으로 가정하였다.

이러한 기준에 맞는 대상자를 선정하였고 그에 따라 실지로 청력검사 대상이 된 근로자는 다음과 같다.

가. H 제지

원칙적으로 8시간 근무 3교대제로 따로 휴일이 있지 않고 공장은 연중 24시간 가동되며, 근로자들은 5~10일마다 한 번씩 24시간 휴일이 주어지며 휴일이 지나면서 근무시간이 교대된다. 따라서 휴일이 끝나고 근무를 시작하기 직전이 아니면 청력의 기준이 되는 소음폭로후 32시간의 청력을 측정할 수 없었다. 소음폭로는 회사의 정기 소음측정자료를 참조하여 소음폭로가 90dB 이상으로 나타난 초지과, 탈목과, 조성과를 중심으로 선정하였다. 이러한 근무부서와 근무교대시간을 검토하여 기숙사생 중 가능한 대상자를 다음과 같이 선정하여 미리 회사와 기숙사측에 협조를 구하였다. 이때 사용된 청력 검사기는 3대였으며 각기 다른 모델이었고 검사자도 3명이었다. 따라서 주어진 상황에서 기계간, 검사자간, 피검사자의 오차를 최소화하기 위하여 한명의 검사자는 반드시 동일한 청력검사기를 사용하도록 하였고, 한 명의 피검자는 반드시 동일한 검사자에게, 또 동일한 청력검사기로 청력검사를 받도록 하였다.

1) 일요일 오후근무, 화요일 밤근무 근로자 13명

표 5. 일요일 오후근무, 화요일 밤근무 근로자 13명 명단

이름	휴일	근무과	반	이름	휴일	근무과	반
윤○○	월	초지	A	장○○	월	초지	A
한○○	월	초지	A	김○○	월	초지	A
박○○	월	초지	A	김○○	월	초지	A
김○○	월	초지	A	손○○	월	초지	A
장○○	월	초지	A	배○○	월	탈목	A
공○○	월	초지	A	김○○	월	펄프	A
기○○	월	초지	A				

- 작업시간 : 일요일 08~16시, 수요일 00~08시

- 청력검사시간

① 1차검사(2시간 이내) : 수요일 08~10시

② 2차검사(7시간 이내) : 수요일 13~15시

③ 3차검사(16시간 이내) : 월요일 06~08시

④ 4차검사(32시간 이상) : 화요일 22~24시

2) 일요일 휴무, 월, 화요일 밤근무 근로자 9명

이름	휴일	근무과	반	이름	휴일	근무과	반
장○○	월	초지	A	장○○	월	초지	A
김○○	월	초지	A	김○○	월	초지	A
박○○	월	초지	A	김○○	월	초지	A
김○○	월	초지	A	손○○	월	초지	A
장○○	월	초지	A	배○○	월	탈목	A
공○○	월	초지	A	김○○	월	펄프	A
기○○	월	초지	A				

표 6. 일요일 휴무, 월, 화요일 밤근무 근로자 9명 명단

이름	휴일	근무과	반	이름	휴일	근무과	반
배○○	일	초지	D	황○○	일	탈목	교대
이○○	일	초지	D	박○○	일	탈목	교대
이○○	일	초지	D	박○○	일	탈목	교대
김○○	일	초지	D	조○○	일	탈목	교대
이○○	일	초지	D				

- 작업시간 : 화요일 00~08시, 수요일 00~08시

- 청력검사시간

① 1차검사(2시간 이내) : 화요일 08~10시

② 2차검사(7시간 이내) : 화요일 13~15시

③ 3차검사(16시간 이내): 화요일 22~24시

④ 4차검사(32시간 이상): 월요일 22~24시

3) 일요일 휴무, 월요일 낮근무 근로자 10명

표 7. 일요일 휴무, 월요일 낮근무 근로자 10명 명단

이름	휴일	근무과	반	이름	휴일	근무과	반
남○○	일	조성	주전	권○○	일	탈목	주전
김○○	일	조성	주전	이○○	일	탈목	주전
유○○	일	조성	주전	오○○	일	탈목	주전
김○○	일	탈목	주전	하○○	일	펠프	주전
임○○	일	탈목	주전	박○○	일	펠프	주전

- 작업시간 : 월요일 08~17시, 화요일 08~17시

- 청력검사시간

① 1차검사(2시간 이내) : 월요일 17~19시

② 2차검사(7시간 이내) : 월요일 22~24시

③ 3차검사(16시간 이내) : 화요일 06~08시

④ 4차검사(32시간 이상) : 월요일 06~08시

4) 일요일 낮근무, 월요일 밤근무 근로자 13명

표 8. 일요일 낮근무, 월요일 밤근무 근로자 13명 명단

이름	휴일	근무과	반	이름	휴일	근무과	반
박○○	화	조성2	A	황○○	화	초지	A
유○○	화	조성2	A	한○○	화	초지	A
이○○	화	초지	A	최○○	화	초지	A
이○○	화	초지	A	김○○	화	초지	A
장○○	화	초지	A	한○○	화	초지	A
김○○	화	초지	A	전○○	화	탈목	A
조○○	화	초지	A				

- 작업시간 : 일요일 08~16시, 화요일 00~08시

- 청력검사시간

① 1차검사(2시간 이내) : 화요일 08~10시

② 2차검사(7시간 이내) : 화요일 13~15시

③ 3차점사(16시간 이내) : 화요일 22~24시

④ 4차점사(32시간 이상) : 월요일 22~24시

나. K 방직

근로자들의 근로교대 체계는 교대 반 및 교대 시간은 3개반, 8시간마다 교대한다. 교대반별 근무 시간은 다음과 같다.

- 주업반 : 15시~23시

- 야업반 : 23시~다음날 7시

- 조업반 : 7시~15시

이 중에서 청력검사의 대상자로 선정된 근로자는 야업반과 조업반 근로자를 71명이었다. 근무부서는 정방 B, 정방 C, 권사 B, 권사 C, 직포 B, 직포 C의 6개였다.

이들 근로자의 청력 기준선이 되는 소음 폭로후 32시간 청력검사는 추석 연휴가 끝나고 귀사하는 날 실시하였다. 추석 연휴 귀경시간은 교대 조에 따라 약간의 차이가 있었지만 대상이 되는 2개 반(야업반과 조업반)은 추석 연휴 마지막날인 9월 12일 오후 8~10시경 회사버스로 대부분 귀사하였다. 이들을 대상으로 오후 8시~12시에 소음폭로후 32시간 청력검사를 하였고 나머지 3회의 청력검사 시간표는 근무반에 따라 다르게 편성하여 실시하였다. 다음이 그 청력검사 시간표이다.

9월 12일 19~24시

- 소음 폭로 후 32시간 청력검사

- 대상자 전원 에 대한 이학적 검사 및 이경검사

9월 13일

• 7~8시 : 야업반 1차 청력검사

• 12~14시 : 야업반 2차 청력검사

• 15~17시 : 조업반 1차 청력검사

• 20~22시 : 조업반 2차 청력검사

• 21~23시 : 야업반 3차 청력검사

9월 14일

• 6~7시 : 조업반 3차 청력검사

다. H 강관

인천 남동공단 의 H 강관은 기숙사가 없는 업체로 오전 8시부터 오후 5시 까지 근무하는 근로자를 대상으로 인천 중앙길병원 이비인후과의 협조를 얻어 이학적 검진 및 청력검사를 실시하였다. 기숙사가 없기 때문에 예정하였던 4회의 청력검사중에서 소음폭로후 32시간, 소음폭로 2시간 이내, 소음폭로 16시간 이내의 3회 청력검사만을 실시하였다. 소음폭로후 7시간 이내의 청력은 대상자들이 오후 5시에 근무를 끝내고 6시간 후면 밤 11시경이 되기 때문에 현실적으로 실시할 수 없었다. 이들은 H 강관의 보건관리자의 협조를 얻어 자원자를 선정하였고 근무시간과 측정시간에 맞게 인천 중앙길병원으로 내원하도록 하여 청력검사를 실시하였다. 다음이 대상 인원과 소음측정 일정이다.

측정시간

4차 검사 : 월요일 06:00~08:00

1차 검사 : 월요일 17:00~19:00

3차 검사 : 화요일 06:00~08:00

9월 25~26일 : 8명

10월 9~10일 : 10명

10월 23~24일 : 7명

10월 30~31일 : 7명

11월 6~7일 : 8명

11월 13~14일 : 8명

11월 27~28일 : 8명

4. 청력 검사 방법

청력측정은 다음과 같은 방법을 사용하여 수행되었다.

가. 측정자간 오차

청력측정시 측정자간 오차가 크기 때문에 원칙적으로 한 근로자의 청력측정을 한 측정자가 측정하였다. 또한, 피검자들에게 처음 청력검사를 실시할

때 다음 청력검사도 같은 장소에서 받으라고 교육하여 동일한 측정자가 동일한 측정기를 사용하여 한 근로자의 청력을 측정하도록 하였다.

나. 검사시간대

본 연구에서 청력검사는 네 시간대에 걸쳐 네차례 검사를 실시하였다. 다음이 그 시간대이다.

- 1) 1차 검사 : 소음 폭로후 1시간 전후(0~2시간)
- 2) 2차 검사 : 소음 폭로후 7시간 이내(5~7시간)
- 3) 3차 검사 : 소음 폭로후 16시간 이내(14~16시간)
- 4) 4차 검사 : 소음 폭로후 32시간 이상 경과 후(Baseline)

다. 청력검사 방법

청력검사의 구체적인 방법은 다음을 따랐다.

- 1) 검사는 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz에 대해서 실시한다.
- 2) 청력검사는 좌측 귀부터 실시한다.
- 3) 1000, 2000, 4000, 8000 Hz 순으로 측정하고 나서 다시 500, 250, 1000 Hz를 측정한다.
- 4) 1000Hz의 값이 전보다 10dB 이상 차이가 있으면 반복한다.

5) 최소 가청가(기록하는 수치)의 결정은 다음 순서에 따른다.

가) 40dB에서 소리를 듣게 해 확인시킨다.

나) 검사음을 10dB씩 낮춰 피검자가 소리를 듣지 못할 때까지 낮춘다.

다) 다시 5dB씩 세게 해서 처음 음을 확인했을 때 수치를 최소 가청가로 한다.

6) 청력검사시 가장 중요한 요령은 다음의 두 가지이다.

가) 소리 자극을 주는 시간을 1초 정도로 충분히 준다

나) 소리 자극을 주는 간격을 절대로 일정하게 하지 않는다.

라. 일반적인 주의사항

청력검사를 한사람이 한시간당 10명을 할 수 있어야 목표한 대상자를 무리 없이 청력검사를 할 수 있다. 청력검사는 아주 숙달되면 6분 내에도 할 수 있으므로 첫날 4차 청력검사(baseline)를 할 때 충분히 기계에 익숙해 지도록 해야 한다.

5. 분석방법

자료는 전산입력과 수정 과정을 거친 후, 4차 청력검사(작업종료후 32시간이상 경과시 검사)와 나머지 시간대의 검사(작업종료후 2시간 이내, 7시간 이내, 16시간 이내 경과시 검사)결과와의 차이를 구한 후 각 차이들의 평균값에 대한 Paired t-test를 시행하였다. 먼저 분석기준에 적합한 대상자 전체

에 대해 분석을 시행하였으며, 이어 각 사업체별로, 그리고 귀마개 착용여부에 따른 구분별로 분석을 시행하였다. 또 분단위로 검사 시간이 정확하게 기록된 자료에 한하여 소음 격리 시간과 일시적 청력 역치의 이동값에 대하여 시간경과에 따른 직선적인 회복양상을 보기 위하여 회귀분석을 시행하였다.

전산입력과 수정과정에는 Foxpro for windows ver. 2.6을 사용하였고, 통계처리와 분석에는 SAS for windows ver. 6.10을 사용하였다.

III 결과

대상업체의 개인폭로 소음 측정결과, 단위작업 장소의 소음수준, 주파수 분석 결과, 이학적·이경검사와 청력검사 결과는 다음과 같다. 자료의 성격상 개인폭로 소음 측정결과, 단위작업 장소의 소음수준, 주파수 분석 결과는 대상업체 별로 따로 제시하였고, 이학적·이경검사와 청력검사 결과는 전체 대상자를 함께 묶어서 제시하였다.

1. 소음 폭로수준 측정 결과

가. 개인 소음 폭로수준 측정 결과

1) 전주 H 제지

표 9. 전주 H 제지 개인소음폭로수준 측정결과

날짜	부서 (공정)	단위작업장소 (소음발생기계)	측정위치 (이름)	측정시간	Dose (%)	측정치 (dBA)
'95. 5. 15	탈묵과		권○○	08:44~11:50, 13:00~16:30	63	88.1
"			이○○	08:40~11:50, 13:00~16:30	81	89.8
"			오○○	08:42~11:50, 13:00~16:30	95	91.0
"			김○○	08:45~11:50, 13:00~16:30	83	90.1
"			김○○	09:16~12:00, 12:30~17:55	35	82.4
"			남○○	09:25~12:00, 12:30~17:50	21	79.0
"			하○○	09:35~12:00, 12:20~16:20	68	88.8
"			박○○	09:03~12:00, 13:00~16:20	52	87.0
'95. 5. 16	탈묵과	1,2 DIP	조○○	00:00~07:50	38	83.2
"	"	1,2 DIP	박○○	00:00~07:50	64.5	87.0
"	"	3 DIP	박○○	00:00~07:50	66	87.1
"	초지 1과	초지 2호기	이○○	00:00~07:50	155	93.3
"	초지 2과	초지 4호기	배○○	00:00~07:50	563	102.6
"	"	초지 5호기	최○○	00:00~07:50	215	95.7
"	"	"	이○○	00:00~07:50	-	93.8
"	"	"	이○○	08:00~12:00, 13:00~17:00	134	92.3
"	초지 3과	초지 6호기	김○○	00:00~07:50	119	91.4
"	"	"	이○○	00:00~07:50	168	93.9
"	조성과	2호기	유○○	00:00~07:50	15.6	76.7
'95. 5. 17	초지 1과	초지 1호기	윤○○	00:00~00:55	201	95.1
"	"	"	박○○	00:00~00:55	177	94.2
"	"	"	장○○	00:00~00:55	152	93.1
"	"	초지 2호기	공○○	00:00~00:55	138	92.4

H 제지 근로자들의 도움을 받아 소음측정기(noise dose meter)를 이용하여 측정한 작업장 소음수준은 76.7 ~ 102.6 dBA로서 측정된 23명의 근로자 중 13명이 8시간 근로를 기준으로 한 규정치 90 dB보다 높은 소음수준에서 일하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 대부분의 근로자들이 개인보호구인 귀마개를 착용하고 있기 때문에 실제 개인 폭로수준은 측정된 수치보다 10~20 dB 정도 낮을 것으로 생각은 되나 정확한 폭로수준을 본 연구에서는 측정할 수 없었다.

2) 용인 K 방직 주식회사

표 10. 용인 K 방직 개인소음폭로수준 측정결과

날짜	부서 (공정)	측정위치 (이름)	측정시간	Dose (%)	측정치 (dBA)
'95. 9. 13	권사 C	윤○○	06:31~15:00	268	96.4
"	권사 C	김○○	06:34~15:53	39	89.8
"	권사 C	김○○	06:10~15:00	-	-
"	권사 C	김○○	06:32~18:47	47	81.5
"	권사 C	이○○	06:32~15:20	111	90.1
"	정방 C	임○○	06:26~15:00	-	-
"	정방 C	김○○	06:21~15:00	271	96.6
"	정방 C	신○○	06:20~15:00	198.5	94.4
"	정방 C	전○○	06:18~15:05	322	97.7
"	직포 C	이○○	06:19~15:00	-	-
"	직포 C	이○○	06:37~15:00	-	-
"	직포 C	전○○	06:40~15:00	-	-

측정된 작업장내 소음은 81.1 ~ 97.7 dBA의 수준을 보이고 있으며 역시 대부분(7명중 5명)의 경우에서 기준치를 넘고 있음을 알 수 있었다. 다만, K 방직에서는 작업장내 소음수준 측정시에 개인 소음측정기를 부착하게 된 근로자들에게 본 연구 목적과 방법에 대한 교육을 충분히 시행치 못하여 일부 근로자들이 소음측정기를 꺼 버리거나, 직포 C조의 경우

조장이 임의로 측정기를 중간에 회수하는 등의 문제가 있었다.

3) 인천 H 강관

표 11. 인천 H 강관 개인소음폭로수준 측정결과

날짜	부서 (공정)	단위작업장소 (소음발생기계)	측정위치 (이름)	측정시간	Dose (%)	측정치 (dBA)
'95. 10. 9	생산 2팀	도금	김○○	08:30~12:00, 13:00~17:00	3	74.5
"	생산 1팀	빋드	유○○	"		87.5
"	스파이럴	기계자동차	김○○	"		45.0
"	생산 2팀	흑관하조	설○○	"		48.5
"	"	빋드	여○○	"		75.0
"	생산 2팀	하조	이○○	"		74.5
"	생산 1팀	빋드	박○○	"		72.0
"	생산 2팀	하조	강○○	"		97.0
'95. 9. 25	조관	하조	정○○	"		-
"	도금	하조	정○○	"		101.4
"	생산 1팀	조관	박○○	"		96.9
"	조관		김○○	"		98.4
"	스파이럴		정○○	"		93.1
"	롤 관리반		박○○	"		-
'95.10.23	스파이럴		전○○	"	111.8	
"	생산 1과	빋드	박○○	"	0	90.0
"	"	하조	이○○	"	186.5	
"	"	조관	최○○	"	317	
'95.10.16	생산 1팀	조관	김○○	"	162.0	94.6
"	생산 1팀	절단	안○○	"	-	-
"	생산 1팀	조관	이○○	"	98.0	89.3
'95.10.30		조관	박○○	"		83.2
"	스릿다		박○○	"	77.5	87.9

작업장내 소음수준이 45.0 ~101.4dBA로 매우 다양한 범위를 보이고 있으며, 역시 많은 수(17명중 7명)의 근로자에서 기준값을 넘어선 소음수준

이 측정되었음을 알 수 있었다. 일부 40 ~ 50 dBA의 소음수준을 나타내 보이는 것은 일부 근로자들이 본 연구진들의 착용상태 점검방문 전후에 착용기 불편하여 임의로 서랍이나 공구장과 같은 다른 장소에 방치한 뒤 가져온 경우였다.

나. 단위 작업장소의 소음수준

단위작업장소의 소음수준은 전주 H제지와 인천 H강관에서는 소음측정기(sound level meter)를 작업장에 설치하여 방치하기 어려웠기 때문에 근무시 소음 수준이 일정할 것이라는 가정하에 한 시점의 소음을 3회 측정하여 평균을 취하여 단위작업장소의 소음수준으로 간주하였다. 용인 K방직은 소음 측정기를 설치할만한 장소가 있었고, 본 연구진이 작업장 가까이에 있을 수 있는 여건이었기 때문에 작업장의 소음수준을 평균 8시간 측정하여 시간가중평균치를 구하였다.

1) 전주 H 제지

전주 H 제지에는 소음발생기계 및 설비 주변과 소음차폐설비가 갖추어진 제어실(Control Room)의 소음수준이 뚜렷하게 달랐기 때문에 단위작업장소의 소음을 두 군데로 나누어 한 부서당 두 군데 이상의 소음수준을 측정하였다.

표 12. 전주 H 제지의 단위 작업 장소별 소음수준

부서	단위작업장소 (소음발생기계 및 설비)	단위사업장소 소음수준	
		Li	Control Room
탈목과	1,2,3 DIP	88.2	64.0 ~ 71.0
조성과	BROKE CHEST 1,2호기	91.5	66.0 ~ 67.0
펄프과	T.M.P	90.4	72.0 ~ 73.1
초지 1과	초지 1,2호기	92.3	81.5 ~ 84.0
초지 2과	초지 4,5호기	95.0	73.0 ~ 76.0
초지 3과	초지 6호기	93.0	58.0 ~ 62.0

2) 용인 K 방직

용인 K 방직은 소음측정기를 적당한 장소에 설치하여 단위사업장의 소음 수준의 시간가중평균치를 구하였다. 그러나 개인 소음측정과 같이 근로자 전원을 교육하지 못했기 때문에, 소음측정기가 근로자나 조장들에 의해 철거되는 일이 있었고 이로인해 설치한 소음측정기의 약 반수에서만 유용한 자료를 얻을 수 있었다.

표 13. 용인 K 방직의 단위 작업 장소별 소음수준

부서	측정기 번호	측정시간	%	TWA(dB)
직포	1	16:40~22:40	298	102.1
"	3	"	410	102.1
"	4	"	133	101.1
정방	11	17:00~23:40	369	100.7
권사	8	16:55~23:36	169	95.1

3) 인천 H 강관

표 14. 인천 H강관 단위 작업 장소별 소음수준

부서	단위작업장소 (소음발생기계 및 설비)	단위사업장소 소음수준(dB)
절단	관단기 6호	97.0
조관하조	체사기 6호	99.6
도금하조	도금 4,6호	100.4
조관	조관 11호	87.0

다. 주파수 분석 결과

주파수 분석은 전주 H 제지에서만 실시하였는데 그 결과는 다음과 같다.

표 15. 전주 H 제지의 공정별 주파수 분석 결과 [단위 : dB(A)]

부서	소음발생기계	Octave Band Frequency, Hz									
		31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	ΣL
탈목과	1,2,3 DIP	54.5	65.8	74.3	81.8	85.8	86.7	84.0	78.5	75.1	87.0
조성과	B/C 1,2기	51.8	62.6	73.4	80.9	85.8	91.7	93.0	90.0	82.1	91.8
펄프과	T.M.P	52.2	64.1	75.9	84.8	87.2	87.3	87.9	87.3	84.0	89.3
초지 1과	초지 1,2기	53.9	66.3	76.6	82.5	87.4	91.5	94.2	88.1	83.3	92.2
초지 2과	초지 4호기	49.3	63.4	74.5	82.7	88.3	91.3	94.4	93.8	89.8	94.1
	초지 5호기	50.5	62.8	74.0	81.3	86.1	89.8	92.5	94.9	90.7	94.2
초지 3과	초지 6호기	50.9	62.4	77.5	84.5	87.9	89.8	92.5	87.5	79.7	91.0

2. 연구 대상자의 일반적 특성

가. 분석 대상자 및 분석 제외기준

본 연구에 참여한 대상자 전체인원은 H 제지 44명, K 방직 70명, H 강관 24명으로 총 137명이었다. 이들 중 연구의 성격상 부적절하다고 판단된 일부를 분석과정에서 제외하였는데 다음 항목들은 이 과정에서 사용한 기준이다.

- ① 최근 1주일 이내에 예비군 훈련을 받은 사람
- ② 현재 마이신(항생제)이나 이노제, 아스피린을 복용중인 사람
- ③ 중이염이나 귀에서 고름이 나오는 질환의 과거력이 있는 사람
- ④ 현재 귀에서 물이 나오는(otorrhea) 사람
- ⑤ 이경 검사상 고막에 이상소견이 있는 사람
- ⑥ Weber test에서 이상소견이 있는 사람
- ⑦ 최근 2, 3일안에 소음이 심한 곳에 간 일이 있는 사람
- ⑧ 32시간 이상 경과시점의 청력검사(4차 검사)를 받지 않은 사람

이 기준에 의해 제외항목에 해당되는 사람으로는 56명이 파악되었으나, 여러 개의 제외 항목에 동시에 해당되는 사람들을 감안하면, 실 분석 대상자는 H 제지 29명, K 방직 12명, H 강관 4명으로 총 45명이었고, 이들을 제외한 나머지 92명이 최종 분석에 포함되었다.

표 16. 분석대상자 제외기준

제 외 기 준	해당자 수	응답자 수	백분율(%)
최근 1주 이내 예비군 훈련	3	124	2.4
현재 마이신(항생제) 복용중	8	129	6.2
현재 이노제 복용중	0	129	0.0
현재 아스피린 복용중	4	130	3.1
중이염의 과거력	12	132	9.1
현재 otorrhea 소견	2	102	2.0
고막에 이상소견	6	110	5.5
Weber test에 이상소견	4	41	9.8
최근 2, 3일간의 소음폭로력	6	112	5.4
32시간 이후 청력검사 미수검자	11	137	8.0
총 제외자수(복수 해당자 포함)	56	-	-

나. 연구 대상자의 일반적 특징

표 17. 연구대상자의 성별, 연령별 분포

연령(세)	H 제지		K 방직		H 강관		계(명)	
	남	여	남	여	남	여	남	여
10~19	3	0	0	52	0	0	3	52
20~29	11	0	0	6	10	0	21	6
30~39	1	0	0	0	7	0	8	0
40~49	0	0	0	0	2	0	2	0
계(명)	15	0	0	58	19	0	34	58

여성이 58명으로 63%를 차지하고 있으며, 대부분이 10대(52명)이었다. 이는 K 방직의 연구대상자 중에 10대 여성이 많았기 때문에 나타난 현상이다. 남성은 34명으로 연령층은 20대가 가장 많았다.

표 18. 연구대상자의 연령, 신장, 체중, 흡연량, 평균근무기간

항 목	H 제지		K 방직		H 강관		계	
	평균		평균		평균		평균	
연령(세)	23.3	(3.2)	17.7	(1.3)	29.9	(7.1)	21.1	(6.1)
체중(kg)	65.7	(8.0)	49.2	(6.8)	67.8	(11.6)	55.7	(11.8)
신장(cm)	171.9	(5.0)	156.2	(6.2)	171.9	(4.7)	161.9	(9.5)
흡연량(PY)*	3.0	(2.0)	0.1	-	7.2	(4.7)	4.9	(4.1)
근무기간(개월)	20.1	(27.4)	28.7	(14.7)	55.1	(67.1)	32.8	(36.2)

* PY : Pack year. () : 표준편차.

흡연량에서 K 방직의 경우는 두 명의 대상자만이 흡연력이 있다고 응답하였다. 입사후 평균 근무 기간은 전체적으로 3년 미만이었으나, H 강관의 경우는 특히 길어서 4년 이상이였다. H 강관의 경우 근무 경력의 편차가 심해서 다양한 근무력의 근로자들이 대상자로 포함되었다.

표 19. 연구대상자의 결혼 상태

결혼상태	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
미혼	15	(100.0)	49	(100.0)	9	(47.4)	73	(88.0)
기혼	0	(0.0)	0	(0.0)	9	(47.4)	9	(10.8)
기타	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(5.3)	1	(1.2)
계	15	(100.0)	49	(100.0)	19	(100.0)	83	(100.0)

H 강관의 일부 근로자를 제외하고는 연구 대상자 거의 전체(88%)가 젊은 연령층의 미혼자들로 파악되었다.

표 20. 연구대상자의 흡연상태

흡연상태	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
비흡연	3	(20.0)	46	(95.8)	5	(29.4)	54	(67.5)
흡연	12	(80.0)	2	(4.2)	12	(70.6)	26	(32.5)
계	15	(100.0)	48	(100.0)	17	(100.0)	80	(100.0)

전체 대상자의 H 제지와 H 강관의 남성 근로자에서 흡연율은 70-80%를 차지하고 있었다.

표 21. 연구대상자의 과거 소음작업장 근무력

소음작업장 근무력	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
있다	2	(14.3)	8	(14.3)	6	(31.6)	16	(18.0)
없다	12	(85.7)	48	(85.7)	13	(68.4)	73	(82.0)
계	14	(100.0)	56	(100.0)	19	(100.0)	89	(100.0)

연구대상자중 18%, 특히 H 강관의 경우는 31.6%의 근로자가 과거 소음이 심했던 사업장에서 일했던 적이 있는 것으로 파악되었다. 그러나 과거 및 현재에 귀와 관련된 질환력이 없는 경우에는 본 연구에서 배제하는 것의 논리적 타당성이 없어 분석대상자 선정시 이 항목은 고려하지 않았다.

표 22. 연구대상자의 난청 가족력

난청 가족력	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
있다	2	(13.3)	3	(5.4)	0	(0.0)	5	(5.6)
없다	13	(86.7)	53	(94.6)	19	(100.0)	85	(94.4)
계	15	(100.0)	56	(100.0)	19	(100.0)	90	(100.0)

가족중 난청력이 있는지의 여부를 질문하였고, 대상자의 극히 소수에서 난청의 가족력이 있는 것으로 파악되었다.

표 23. 연구대상자의 고혈압 가족력

고혈압 가족력	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
있다	2	(14.3)	10	(17.9)	3	(17.6)	15	(17.2)
없다	12	(85.7)	46	(82.1)	14	(82.4)	72	(82.8)
계	14	(100.0)	56	(100.0)	17	(100.0)	87	(100.0)

연구대상자중 17.2%에서 고혈압의 가족력이 있는 것으로 파악되었다.

표 24. 연구대상자의 고혈압 유무

고혈압	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
있다	2	(13.3)	2	(3.5)	5	(29.4)	9	(10.1)
없다	13	(86.7)	55	(96.5)	12	(70.6)	80	(89.9)
계	15	(100.0)	57	(100.0)	17	(100.0)	89	(100.0)

연구대상자중 10%에서 고혈압이 있다고 분석되었다. H 강관의 근로자들

의 경우는 실제로 고혈압환자일 가능성이 크나 나머지의 경우는 고혈압 환자라고 단정짓기가 어려울 것으로 판단된다. 사업장별 고혈압 유무의 차이는 연령분포의 차이에 기인하는 것이라 생각된다.

표 25. 연구대상자의 소음성 취미 생활

취미생활		H 제지		K 방직		H 강관		전체	
		수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
워크맨 사용	있다	6	(42.9)	15	(33.3)	1	(7.1)	22	(30.1)
	없다	8	(57.1)	30	(66.7)	13	(92.9)	51	(69.9)
음악연주, 감상, 노래방, 디스코텍	있다	10	(71.4)	31	(56.4)	5	(35.7)	46	(55.4)
	없다	4	(28.6)	24	(43.6)	9	(64.3)	37	(44.6)
기타 소음을 동반한 취미활동	있다	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
	없다	11	(100.0)	41	(100.0)	13	(100.0)	65	(100.0)

워크맨 사용, 노래방, 음악감상, 기타 소음을 동반한 취미활동 등을 묻는 질문에 대한 응답이다. 약 30% 가량이 워크맨을 사용한다고 응답하였고, 55% 이상이 일주일에 한 번이상 음악감상, 노래방 등의 소음을 동반한 취미 생활을 한다고 대답하여 일시적 청력이동에 영향을 미칠 가능성이 있음을 시사하고 있다. 본 연구에서는 그러한 영향을 배제하기 위해서 진찰 과정에서 최근 2,3일간 소음이 심한 장소에 간 적이 있는가를 묻도록 하여, 있다고 응답한 사람을 분석에서 제외하였다.

표 26. 연구대상자의 군복무력

군복무력	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
있다	12	(80.0)	0	(0.0)	9	(56.2)	21	(27.3)
없다	3	(20.2)	46	(100.0)	7	(43.7)	56	(72.7)
계	15	(100.0)	46	(100.0)	16	(100.0)	77	(100.0)

표 27. 연구대상자의 군복무 중 소음폭로력

군복무 중 소음폭로	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
있다	4	(36.4)	0	-	1	(11.1)	5	(25.0)
없다	7	(63.6)	0	-	8	(88.9)	15	(75.0)
계	11	(100.0)	0	-	9	(100.0)	20	(100.0)

연구대상자 전체에게 군복무에 관한 질문을 하였으며, 응답자중 27.3%(21명)가 군복무력이 있다고 응답하였다. 이어서 이들에게 군 복무중에 아주 소음이 심한 부대 혹은 부서에서 근무했는지 여부를 질문하였는데 최종 응답자중 5명에서 소음이 큰 곳에서의 복무력이 있다는 응답을 확인할 수 있었다. 그러나 귀와 관련하여 특별한 질환력이 없는 경우에는 분석대상에 모두 포함시켜 청력측정치에 대한 분석을 하였다.

표 28. 평상시 청력보호구 착용 여부

보호구 착용	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
90% 이상 착용	12	(80.0)	21	(46.7)	15	(88.2)	48	(62.3)
50~90%	3	(20.0)	2	(4.4)	1	(5.9)	6	(7.8)
10~50%	0	(0.0)	2	(4.4)	1	(5.9)	3	(3.9)
10% 미만	0	(0.0)	20	(44.4)	0	(0.0)	20	(26.0)
계	15	(100.0)	45	(100.0)	17	(100.0)	77	(100.0)

이 문항은 이후의 해당 사업장 근로자들의 산업안전에 관한 의식수준 향상과 소음에 사업장 보건관리를 위한 기초자료 확보를 위한 것이었다. 전체의 62% 정도만 청력보호구를 항상 착용하는 것으로 파악되었으며, 나머지 40% 정도는 평상시 보호구착용을 하지 않는 것으로 파악되었다.

표 29. 검사 당일 청력보호구 착용 여부

보호구 착용	H 제지		K 방직		H 강관		전체	
	수	(%)	수	(%)	수	(%)	수	(%)
착용	10	(100.0)	19	(41.3)	0	-	29	(51.8)
착용 않음	0	(0.0)	27	(58.7)	0	-	27	(48.2)
계	10	(100.0)	46	(100.0)	0	-	56	(100.0)

본 연구에서 청력검사를 받을 때 청력보호구를 착용했는가에 대한 질문에 대한 응답이다. H 제지와 H 강관의 경우 착용하지 않았다고 응답한 근로자가 한 명도 없었으나, K 방직 근로자들은 약 60%가 청력보호구를 착용하지 않았다고 응답하였다. 본 연구에서 조사된 작업장 소음의 범위가 대개 90~100dB 이었고, TTS가 나타날 수 있는 소음이 약 70dB 이상으로 알려져 있으므로 25~30dB의 차음효과가 있는 귀마개를 착용하고 근무했을 경우 TTS가 나타나지 않을 것으로 예상된다. 따라서 소음피로에 의한 일시적 청력감소(TTS)에 대한 분석은 제외기준에 해당되지 않는 92명과 근무시 귀마개를 착용하지 않았다고 응답한 27명에 대해서 각각 실시하였다.

3. 시간경과에 따른 일시적 청력저하의 양상

시간경과에 따른 청력변화의 분석은 먼저 '소음폭로후 32시간 이상 경과 후 청력'을 기저치로 하여 각 시간대별 청력 역치의 이동량과 차이가 있는지 분석하였다. 또 일시적 청력저하의 회복 양상을 보기 위하여 4회에 걸친 청력 검사의 시간대가 정확하게 기입되어 있는 자료에 한하여 소음격리 시간을 횡축으로, 청력역치의 이동량을 종축으로 하여 회귀분석을 시행, 직선적인 변화양상을 살펴보았다.

분석결과에서 소음폭로후 2시간 이내부터 16시간 이내까지는 전반적으로 청력의 호전경향이 뚜렷하게 나타났으나 '소음폭로후 32시간 이상이 경과된 다음의 청력값'은 오히려 16시간 이내 경과시의 청력보다 더 나쁜 것으로 나타났다(그림 1, 2).

이 '32시간 경과후 청력의 저하' 이유로는 첫 번째, 청력검사의 학습효과(learning effect)를 들 수 있다. 본래 연구수행 과정에서 근로시간대의 소음폭로는 동일하다는 가정하에 '소음폭로후 32시간 이상 경과 시점의 청력'을 휴일이 끝난 다음날 근무를 시작하기 직전의 청력상태와 동일하다고 가정한 후 측정하였기 때문에, 대부분의 근로자 - 귀마개를 착용하지 않은 근로자들은 전원 - 들에게 '소음폭로 후 32시간 이상 경과 시점의 청력검사'는 실제로 4차례의 청력검사중 제일 처음에 실시되었다. 즉, 수차례 반복되는 청력검사의 과정에서 검사대상자는 청력검사에 대해 익숙해지게되고 첫 번째 검사보다 이후의 검사에는 주의깊게 응할 수 있게 되므로 학습효과로 인한 청력검사 결과의 호전이 야기될 가능성이 있다. 두 번째 이유로는 '소음폭로후 32시간 이상 경과 시점의 청력검사'가 K 방식의 경우 동일한 장소에서 처음에 이학적 검사, 설문조사와 같이 실시되었기 때문에 나머지 3차례의 청력검사에서보다 주변의 소음수준이 높았던 것으로 생각되는데, 이렇듯 주변조건에 의해서 맨 처음의 청력 측정 과정이 영향받았을 가능성이 있다. 세 번째로 90~100 dB정도의 소음수준에서는 보호구(귀마개) 착용여부가 일시적 청력저하의 발생예방에 매우 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 보호구를 착용했을 경우에는 오히려 학습효과가 미칠수 있는 시간대인 폭로 16시간 이내의 청력이 더 좋은 성적을 보일 수 있고, 또 청력 기저치를 측정할 때의 높았던 환경 소음수준까지를 고려한다면 해석가능한 현상일 수 있다.

따라서 이러한 요인들을 고려하며 청력변화를 분석하기 위하여 '소음폭로후 32시간 이상 경과후의 청력치'를 기준으로 하여 전체 대상자, 각 업체별 대상자, 보호구 착용군과 미착용군에 따라 각각 시간대별 분석을 시행하였고,

또한 '소음폭로후 16시간 이내 경과후의 청력검사'를 기준으로 하여서도 동일한 분석을 시행하였다.

이후부터는 '소음폭로후 32시간 이상 경과후의 청력치'를 '기저청력'로 기술하며, 표 안의 수치는 '기저청력'과 실측청력간의 '차이의 평균'이다. 또한 연구결과는 전체대상자의 측정결과와 귀마개 미착용자의 분석결과를 중심으로 기술하고자 한다.

가. 소음폭로 후 시간경과에 따른 청력치의 변화 양상

표 30. 기저 청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화: 전체

(단위 : dB)

좌/우	시간	표본수	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz
좌	2시간	79	0.00	-0.25	0.57	1.96*	2.66*	3.29*
	7시간	68	-2.65*	-2.28*	-2.50*	-1.03	-0.59	0.74
	16시간	71	-2.32*	-3.73*	-3.59*	-2.68*	-3.03*	0.21
우	2시간	79	-0.51	1.08	1.46	2.59*	2.72*	3.54*
	7시간	68	-3.09*	-2.79*	-1.40	-2.13	-1.32	1.32
	16시간	71	-3.38*	-3.94*	-2.54*	-3.03*	-1.20	-1.27

* : 통계적으로 유의한 차이가 있음

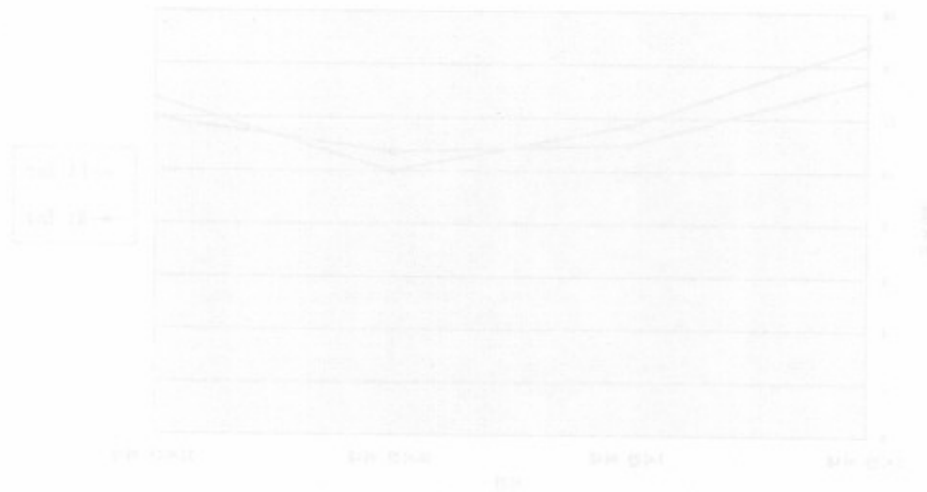
위 표는 32시간을 기준으로하여 소음폭로 32시간 경과후 청력과 각 시간대 청력의 차이를 제시한 것이다. 1000Hz와 4000Hz의 각 시간대별 청력변화를 표로 정리한 것이 다음이다.

표 31. 시간별 청력 역치 : 전체 근로자

(단위 : dB)

소음폭로후 경과시간	1000 Hz		4000 Hz	
	좌측 귀	우측귀	좌측귀	우측귀
2시간 이내	12.09	13.23	14.75	13.42
7시간 이내	10.66	12.06	11.70	10.96
16시간 이내	7.82	8.66	10.00	10.70
32시간 이상	11.84	12.71	12.71	11.95

이를 그래프로 나타내면 다음 그림 1,2 와 같다.



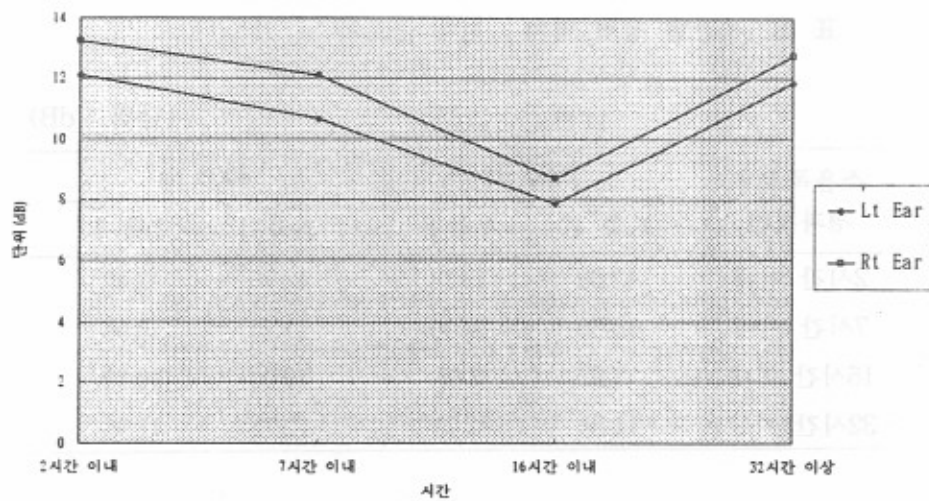


그림 1. 각 시간대별 청력치의 변화 : 전체 대상자, 1000 Hz.

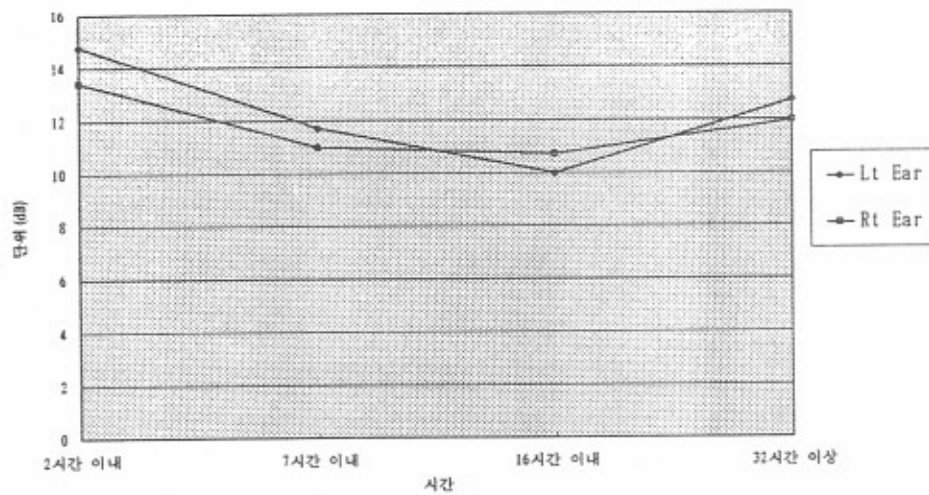


그림 2. 각 시간대별 청력치의 변화 : 전체 대상자, 4000 Hz.

표 32 . 기저 청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화 : H 제지

(단위 : dB)

좌/우	시간	표본수	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz
좌	2시간	13	3.46	-0.77	1.54	1.54	4.23*	5.00
	7시간	12	2.92	-1.25	-1.67	0.42	0.42	1.25
	16시간	9	-0.56	-1.11	0.00	1.67	0.00	0.56
우	2시간	13	0.38	0.77	0.77	2.31	3.08*	0.77
	7시간	12	1.67	0.00	-0.42	2.08	2.08	0.83
	16시간	9	-4.44	-3.33	0.00	1.67	3.33*	0.00

* : 통계적으로 유의한 차이가 있음

표 33. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화 : K 방직

(단위 : dB)

좌/우	시간	표본수	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz
좌	2시간	47	-0.64	0.32	0.21	3.51*	4.26*	4.26*
	7시간	56	-3.84*	-2.50*	-2.68*	-1.34	-0.80	0.63
	16시간	43	-4.42*	-5.12*	-4.77*	-3.26*	-3.26*	1.51
우	2시간	47	-1.49	0.96	1.81	3.62*	3.30*	5.11*
	7시간	56	-4.11*	-3.39*	-1.61	-3.04*	-2.05*	1.43
	16시간	43	-5.00*	-5.70*	-4.07*	-5.23*	-3.72*	-1.16

* : 통계적으로 유의한 차이가 있음

표 34. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화 : H 강관

(단위 : dB)

좌/우	시간	표본수	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz
좌	2시간	19	-0.79	-1.32	0.79	-1.58	-2.37	-0.26
	7시간	19	-	-	-	-	-	-
	16시간	19	1.58	-1.84	-2.63	-3.42	-3.95	-2.89*
우	2시간	19	1.32	1.58	1.05	0.26	1.05	1.58
	7시간	19	-	-	-	-	-	-
	16시간	19	0.79	-0.26	-0.26	-0.26	2.37	-2.11

* : 통계적으로 유의한 차이가 있음

표 35. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화:보호구 착용자

(단위:dB)

좌/우	시간	표본수	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz
좌	2시간	25	1.00	-1.60	-0.60	0.80	1.60	2.80
	7시간	26	-0.19	-0.19	-1.54	-0.77	-1.73	-0.38
	16시간	20	-2.00	-3.50*	-2.00	0.00	-1.75	3.50
우	2시간	25	9.60	3.40	1.80	3.00	2.00	3.60
	7시간	26	-2.31	-1.54	-1.15	-2.88*	-2.31	0.00
	16시간	20	-4.00*	-3.25*	-2.25	-3.00	-1.00	0.25

* : 통계적으로 유의한 차이가 있음

표 36. 기저청력치에 대한 각 시간대별 청력치의 변화:보호구 미착용자

(단위 : dB)

좌/우	시간	표본수	250Hz	500Hz	1,000Hz	2,000Hz	4,000Hz	8,000Hz
좌	2시간	23	0.00	2.39*	1.30	5.65*	6.30*	5.43
	7시간	27	-5.00*	-3.33*	-1.85	-0.93	0.00	0.93
	16시간	23	-5.00*	-4.57*	-4.78*	-4.13*	-3.70*	-0.22
우	2시간	23	-2.61	0.00	3.04*	4.13*	4.35	5.22*
	7시간	27	-5.37*	-3.52*	-2.22	-3.33*	-1.48	2.59
	16시간	23	-5.87*	-7.17*	-4.78*	-6.52*	-5.65*	-3.04*

* : 통계적으로 유의한 차이가 있음

1000Hz와 4000Hz의 각 시간대별 청력변화를 표로 정리한 것이 다음이다.

표 37. 시간별 청력 역치 : 보호구 미착용자

(단위 : dB)

소음폭로후 경과시간	1000 Hz		4000 Hz	
	좌측 귀	우측귀	좌측귀	우측귀
2시간 이내	14.56	16.30	20.00	18.48
7시간 이내	11.11	11.11	13.15	12.59
16시간 이내	8.70	8.48	10.43	8.91
32시간 이상	12.96	13.33	13.15	114.07

위에서 전체 대상자의 자료를 가지고 시간대별 청력을 그림으로 나타낸 것과 동일하게 보호구 미착용자에 대해서 그림으로 나타내면 다음 그림 3,4와 같다.

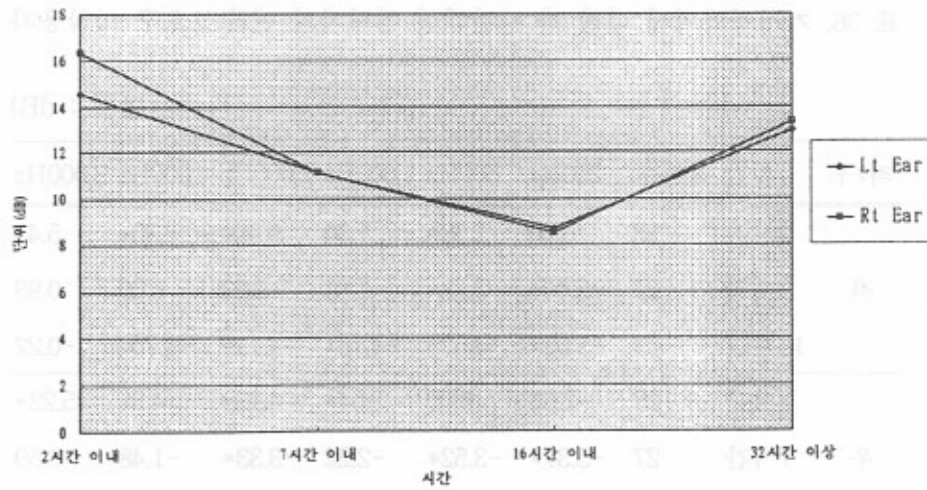


그림 3. 각 시간대별 청력치의 변화: 보호구 미착용자, 1000 Hz.

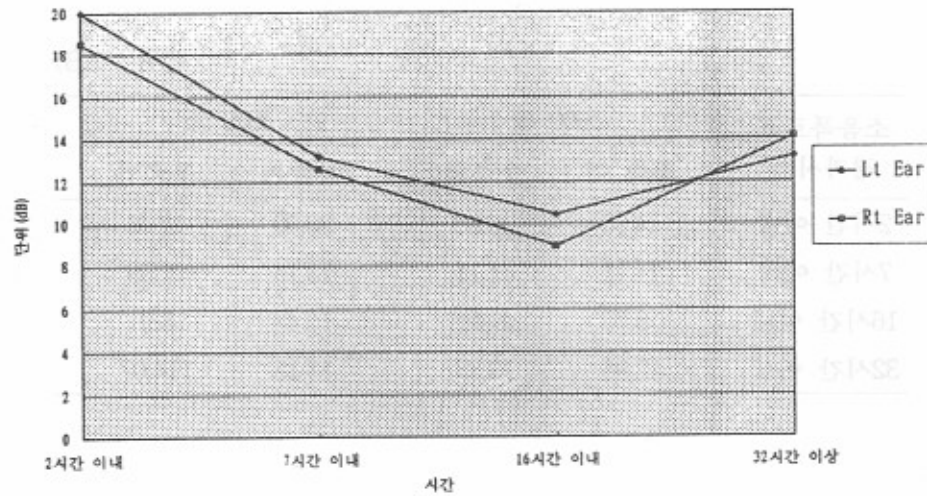


그림 4. 각 시간대별 청력치의 변화: 보호구 미착용자, 4000 Hz.

연구대상자 전체를 대상으로 한 분석결과와 귀마개 미착용자를 대상으로 한 분석결과를 보면, 소음폭로 중단후 2시간 이내의 청력저하가 가장 큰 것

으로 보인다. 1,000Hz에서 '기저청력 대비 측정값 차이의 평균'을 보면, 전체를 대상으로 한 결과상에서는 0.57~1.46dB 정도의 크기가 관찰되며, 귀마개 미착용자를 대상으로 한 결과상에서는 1.30~3.04dB 정도의 크기가 관찰된다. 또한 4,000Hz에서는 전체에서의 차이는 2.66~2.72dB, 귀마개 미착용자에서의 차이는 4.35~6.30dB의 값이 관찰된다. 시간의 흐름에 따라서 청력측정치는 점점 회복되고 있다. 16시간 이내가 경과한 후 1,000Hz에서 청력 역치의 이동량을 보면, 전체를 대상으로 한 결과상에서는 -3.59~-2.54dB 정도의 크기가 관찰되며, 귀마개 미착용자를 대상으로 한 결과상에서는 -4.78dB 정도의 크기가 관찰된다. 또한 4,000Hz에서는 전체에서의 차이는 -3.03~-1.20dB, 귀마개 미착용자에서의 차이는 -5.65~-6.30dB의 값이 관찰된다.

기저치와의 차이가 음수(-값)로 나오는 것이 어색하기는 하나, 이는 앞서 말했던 것과 같이 소음중단후 32시간 경과후 측정된 청력값이 몇가지 원인에 의해서 높게 관찰되어 나타난 현상으로서 차이값(양수에서 음수로 방향이 있는)의 경향과 절대값으로 판단을 한다면 순간적 청력역치의 회복과정을 유추할 수 있다. 또한 분석결과중 그림 5. 와 그림 6.에서 보듯 시간이 경과함에 따라서 적어도 16시간 이내 경과 시점까지는 순간적 청력역치값이 거의 직선적으로 회복되고 있음을 알 수 있다.



그림 5. 1000 Hz 청력 회복 정도 (기저치 대비)

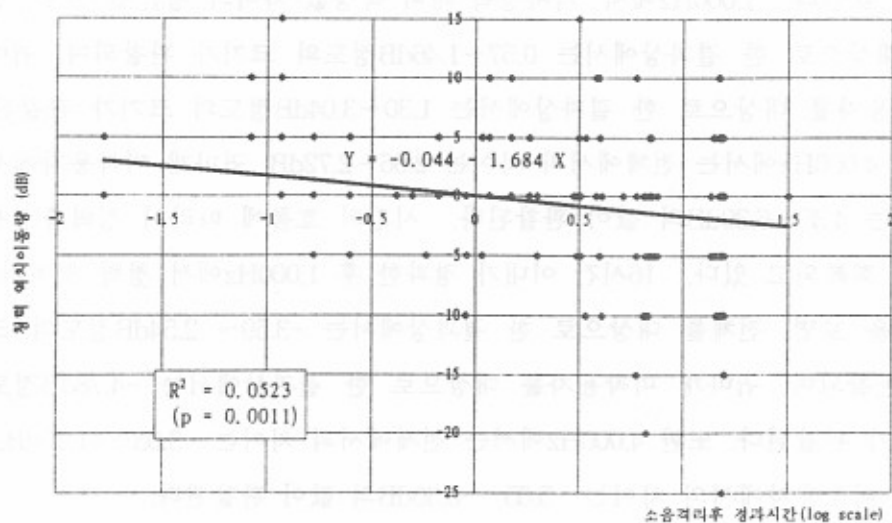


그림 5. 시간에 따른 일시적 청력저하의 회복 양상, 1000 Hz.

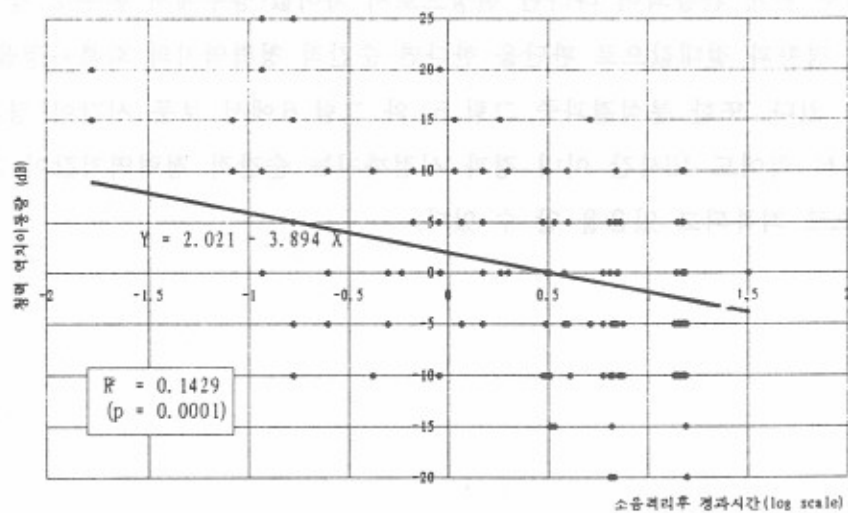


그림 6. 시간에 따른 일시적 청력저하의 회복 양상, 4000 Hz.

IV 고찰

1. 일시적 청력저하의 회복 양상

본 연구의 의의는 무엇보다도 실험실 연구가 아닌 현장방문 및 측정으로 이루어진 현장 연구라는 점에 있다. H 제지의 주파수 분석 결과 측정된 모든 단위사업장에서 저주파부터 고주파까지 광범위하게 분포하면서 1000~2000 Hz에서 정점을 이루는 전형적인 복합음, 즉 광대역음의 양상을 보인 것과 같이 사업장의 소음은 실험실 조건에서의 소음과는 판이하게 다르다. 기존의 실험실적 연구는 일정한 주파수에 일정한 음의 강도를 정하여 얻어진 연구이므로 실제의 사업장에서의 소음의 특성에서 나타나는 일시적 청력저하 양상을 보여주는 데에는 제한적이었다.

본 연구의 분석은 4차 청력검사(작업종료후 32시간이상 경과시 검사)를 기저치(Baseline)로 하여, 나머지 청력검사(작업종료후 2시간 이내, 7시간 이내, 16시간 이내 경과시 검사)결과에서의 역치 이동량에 대한 평균치 검정을 통해 먼저 대상자 전체에 대해 분석을 시행하였으며, 이어 각 사업체별로, 그리고 귀마개 착용여부에 따른 구분별로 시행하였다. 이중에서 본 연구의 목적과 수행과정 및 대상자의 응답 등을 고려하여 연구대상자 전체 (92명)에 대한 자료와 귀마개 미착용자 (27명)에 대한 자료에 대한 분석이 가장 대표적이고 정확하다고 판단되어 이에 대한 분석을 위주로 하였다.

연구대상자 전체를 대상으로 한 분석결과와 귀마개 미착용자를 대상으로 한 분석결과를 보면, 소음폭로 중단후 2시간 이내의 청력저하가 가장 큰 것으로 보이며 '7시간 이내, 16시간 이내 경과 후'등 시간의 흐름에 따라서 청

력측정치는 점점 더 회복되는 것으로 보인다. 분석결과에 제시된 그림을 통해서 보듯 시간이 경과함에 따라 적어도 17시간 경과시점까지는 일시적 역치이동이 거의 직선적으로 회복됨을 알 수 있었다. 또 다음에 언급할 검사시의 여러 가지 조건으로 인하여 기저치가 17시간 경과후의 값에 비하여 오히려 더 높은 역치값을 보였기는 하나, 17시간 경과후의 청력역치가 최소한 32시간대의 기저치보다 더 높은 값을 보일 것이라는 판단은 되지 않으므로, 사업장 근로자의 작업장내 소음(대개, 높은 음압의 broad band spectrum noise 임.)에 의한 청력손실을 측정하기 위해서는 일시적 역치이동(TTS, Temporary Threshold Shift)을 고려하여 최소한 17시간의 휴식(소음으로부터)을 취한 후 측정하는 것이 바람직하다고 판단할 수 있다. 또 일시적 청력저하가 충분한 휴식에 의하여 완전히 회복될 경우에 영구적인 소음성 난청을 예방할 수 있다는 기존의 연구 결과에 따르면, 80 - 100dB 정도의 소음 작업장에서 8시간 근무한 근로자의 경우에 다음 소음폭로까지 최소한 17시간 이상 소음격리를 해야 한다는 지침을 제시할 수 있다.

2. 소음폭로수준

소음 폭로량은 H 제지와 K 방직 대상자의 일부와 H 강관 대상자 전원에게서 측정할 수 있었다. 그러나 실제로 측정하는 과정에서 일부 대상자에 대한 측정값이 나오지 않거나 도저히 신뢰할 수 없는 값이 나와서 결과를 이용할 수 없었다. 이러한 근로자는 H 제지에서는 없었으나, K 방직은 대상자 12명 중에서 5명이, H 강관에서는 대상자 23명 중에서 2명에서 측정결과를 얻지 못하였다. 이는 근로자들에 대한 교육이 충분히 안 되었으며, 측정기기의 정비를 사전에 충분히 하지 못했기 때문으로 생각된다. 연구를 수행하는 과정에서 소음 측정기기는 매번 건전지 검사를 하여 필요한 경우 새로 바꾸어 넣고, 표준소음발생기를 사용하여 calibration하여 사용하였다. 그

그러나 본 연구에서 사용한 소음 측정기기는 외부의 충격에 의해 조작 스위치가 눌릴 위험이 있어서 스위치가 눌릴 경우의 동작을 예측할 수 없는 문제점을 가지고 있었다. 이 측정기기들은 외부 조작으로부터 보호할 수 있는 암호 기능을 가지고 있으나 본 연구를 진행하는 과정에서는 암호 기능을 사용하지 않았기 때문에 일부 측정상 오류가 생긴 것으로 생각된다. 또한 피측정자는 주의사항에 대해 엄격히 교육하였으나, 피측정자의 작업장에 함께 일하는 동료나 상사들은 별도의 교육을 하지 않았기 때문에 K 방식에서 일부 단위 작업장에서는 조장이 측정기를 수거해 가는 경우도 있었다. 이러한 문제들은 측정과 관련된 피측정자, 작업장 관련자 모두를 함께 교육하였으면 방지될 수 있었을 것이다. 이를 위해서는 연구자들 뿐 아니라 사전에 대상 업체의 보건·위생 제도의 관계자들의 긴밀한 협조를 구하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 얻은 소음폭로수준을 보면, H 제지가 79.1~102.6 dBA를 보였고, 피측정자 23명 중에서 13명이 8시간 근무시 규정값인 90 dBA를 넘었다. 그러나 H 제지의 근로자들은 거의 대부분이 귀마개를 착용하기 때문에 이 결과가 근로자들의 직접적인 소음폭로를 의미하는 것은 아니다. K 방식 근로자들은 7명으로부터 얻은 의미있는 자료 중에서 5명에서 90 dBA를 넘는 값을 보였다. 한편 H 강관에서는 17명의 자료를 얻을 수 있었는데 이중 2명에서는 45 dBA 전후의 소음폭로를 보여서 대상자들이 근무중에 측정기를 휴대하지 않고 다른 장소에 방치한 것으로 생각되었다. 나머지 17명 중에서 7명에서 90 dBA를 넘는 측정값을 보였다. 그러나 역시 K 방식과 H 강관의 근로자들도 반수 이상이 귀마개를 착용하기 때문에 이러한 측정값들이 개인적인 폭로를 의미하는 것은 아니다.

결론적으로 본 조사에서 나타난 작업장의 소음폭로수준은 반수 이상이 규정값을 초과하는 것으로 나타나 청력을 보호하기 위해서는 개인 보호구에 의존해야 하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 대상으로 한 업체가 비교적 소음폭로가 큰 것으로 알려진 제지, 방직, 제강업체를 대상으로 실시되었다는

점을 감안하더라도, 우리 나라 사업장의 소음 수준이 아직 큰 문제임을 다시 한번 입증한 결과라로 판단된다.

단위사업장 소음의 주파수분석은 H 제지에서만 실시할 수 있었다. K 방식과 H 강관의 경우, 연구자와 측정기기의 수가 피검사와 작업장 규모에 비해 적었고, 주파수 분석은 본 연구의 목적에 반드시 필요한 것은 아니기 때문에 연구의 목적에 반드시 필요한 이학적 검사, 청력검사, 설문조사, 소음 폭로측정, 소음수준측정만을 실시하였고 주파수 분석은 실시하지 않았다. H 제지의 주파수 분석 결과 측정된 모든 단위사업장에서 저주파부터 고주파까지 광범위하게 분포하면서 1000~2000 Hz에서 정점을 이루는 전형적인 복합음, 즉 광대역음의 양상을 보였다. 나머지 K 방식과 H 강관도 주로 기계설비에 의해 발생하는 소음이며 소음의 특성이 광대역음으로 알려져 있는 방식, 제강업소이므로 주파수 분석을 하였다면 H 제지와 유사한 결과를 얻었을 것으로 보인다.

3. 청력검사 순서와 피검자의 학습효과

본 연구를 수행함에 있어서 한 근로자의 근무가 끝난 직후부터 예정 시간 대별로 4회 청력측정을 실시하는 것이 이상적이지만 이렇게 연구를 진행하기 위해서는 32시간 이상 휴식하기 반드시 다음 근무를 쉬어야 하기 때문에, 적절한 대상을 선정하기 어렵고, 대상을 선정하더라도 한 근로자의 청력측정을 위해서 연구자들이 소음폭로후 17시간후부터 32시간 까지 약 19시간을 기다려야 한다는 문제가 있었다. 때문에 실제 연구에서는 매번 근무시의 소음폭로는 동일하다는 가정을 하였다. 이는 작업장이 정상적으로 가동되는 상황에서는 크게 무리가 없는 가정으로 판단하였다. 이에 따라 실제 연구에서 대부분의 근로자들이 소음폭로후 32시간 이상 경과한 시점의 청력검사를

제일 먼저 받았다. 사업장별로는 H 제지 근로자들은 45명 중에서 32명이 4차 청력검사를 제일 먼저 받았고, K 방직 근로자들은 검사 일정이 추석연휴가 끝난 직후 근로자들의 귀사시간에 맞추어서 실시하였기 때문에 71명 전원이 4차 청력검사를 제일 먼저 받았으며, H 강관 근로자들은 정상 출퇴근을 하는 근로자들을 월요일 아침, 저녁, 화요일 아침에 청력검사를 하였기 때문에 역시 전원이 4차 청력검사를 제일 먼저 받았다.

청력검사를 받는 피검자의 경우, 대부분 20대 전후의 경력이 짧은 근로자를 주로 대상으로 하였기 때문에 청력검사를 받은 경험이 전무하거나 거의 없는 경우가 대부분이었다. 채용시 건강진단을 실시하도록 되어있으나, 실제로는 1kHz와 4kHz에서 20dB의 소리를 들을 수 있으면 최소가청음을 측정하지 않는 경우가 많기 때문에 들을 수 있는 가장 작은 소리를 감별하는 것은 잘 교육되지 않은 근로자의 경우 어려울 수 있다.

본 연구에서 소음폭로후 32시간 이상 경과된 이후 실시한 청력검사치가 소음폭로후 17시간 경과된 3차 청력검사의 청력보다 나쁘게 나온 결과는 이러한 교육되지 않은 피검자에 대한 반복검사과정에서 생긴 학습효과(learning effect)가 영향을 미쳤을 가능성이 있는 것으로 판단된다.

4. 청력 검사 장소와 환경소음의 문제

대상업체의 선정과정에서, 업체에 청력측정용 부스(booth)가 있는 업체를 우선적으로 대상으로 선정하려고 하였으나, 현실적으로 이러한 시설을 갖춘 업체가 국내에 거의 없었다. 근로자 건강진단에 많이 이용하는 이동검진차 등에 설치된 부스를 이용하는 방법도 고려하였으나, 청력측정기용 전원의 문제, 차에 오르내리는 사람들의 발소리에 의한 소음과 진동, 짧은 시간에 많은 사람을 측정해야만 하는 연구 설계와 수행상의 문제가 있었고 또 실제 이동

차량에 설치된 부스에서 환경소음을 측정해 본 결과 40dB이상의 높은 값을 보였으므로 현실적 타당성이 없는 것으로 판단하여 채택하지 않았다. 이보다는 환경소음 40dB 이하인 조용한 장소를 사용할 수 있는가를 예비조사시에 검토하여 대상업체를 선정하는 기준에 포함시켰고, 그러한 장소를 본 조사에서 청력측정장소로 사용하였다.

그러나 연구수행에 있어서 청력검사를 실시하기 전에, 설문조사를 제일 먼저 실시하고, 다음에 이학적 검사 및 이경검사를 실시하고, 마지막으로 청력검사를 실시하도록 계획되어 있었고, 실제 진행도 그렇게 실시되었기 때문에 제일 먼저 실시한 청력검사에 동일한 방 혹은 인근장소에서 설문조사 및 이학적·이경검사를 실시하였기 때문에 청력검사 장소의 주변소음이 나머지 청력검사를 할 때 보다 컸을 가능성이 있다.

5. 검사자간 및 측정기계간 변이의 문제

청력검사를 실시할 때, 검사자와 측정기에 의해서 각각 5~10 dB정도의 오차가 발생할 수 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서 피검자가 4차례의 청력측정을 동일한 검사자와 동일한 측정기로 검사를 받도록 하였다. 본 연구의 주 목적이 청력의 변화를 보고자 하는 것이기 때문에 검사자나 측정기의 어떤 일정한 오차가 있다고 하더라도 같은 기계에 의해서, 같은 검사자에 의해서 발생하는 계통적 오차일 것이므로 연구 결과에 큰 영향을 미치지지는 않았을 것으로 판단하였다.

V 요약 및 결론

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 본 연구에서 얻은 소음폭로수준은 H 제지가 79.1~102.6 dBA를 보였고, 피측정자 23명 중에서 13명이, K 방직 근로자들은 7명중에서 5명이, H 강관에서는 15명중에 7명에서, 8시간 근무 규정치인 90 dBA를 넘는 측정값을 보였다. 그러나 이들 업체의 근로자들은 대부분 귀마개를 착용하기 때문에 이러한 측정값들이 개인적인 폭로를 의미하는 것은 아니다.
- 2) H 제지에서 실시한 소음의 주파수 분석에서는 측정된 모든 단위 작업 부서에서 저주파부터 고주파까지 광범위하게 분포하면서 1000~2000 Hz에서 정점을 이루는 전형적인 복합음, 즉 광대역음의 양상을 보였다.
- 3) 연구 대상이 되었던 전체 근로자는 H 제지 45명, K 방직 71명, H 강관 24명으로 총 140명이었고, 이중에서 분석대상으로 적합하다고 판단되어 분석대상으로 포함된 사람은 92명이었다. 이들 중에서 27명이 청력검사 직전 근무시 귀마개를 사용하지 않았다.
- 4) 청력검사는 소음 폭로후 시간 경과에 따라 2시간 이내, 7시간 이내, 17시간 이내, 32시간에 4회 실시하였는데, 양측 귀에 대하여 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz에서 측정하였다. 전체 분석대상자와 귀마개 미착용군 모두에서 대부분의 주파수대에서 소음폭로후 2시간 이내와 7시간 이내의 청력이 유의하게 저하되었다.
- 5) 전체 분석대상자와 귀마개 미착용군 모두에서 대부분의 주파수대에서

소음폭로후 2시간 이내, 7시간 이내, 16시간 이내의 청력이 직선적으로 개선되는 경향을 볼 수 있었으며 그 개선 정도는 주파수별로 약 3~10 dB의 범위를 보였다.

6) 소음폭로후 경과시간과 청력저하정도의 회귀분석에서 청력저하와 소음폭로후 경과시간의 로그값(Log-time)간에 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 소음폭로후 경과시간에 따라 청력이 유의하게 개선된다는 것을 의미한다.

7) 소음폭로후 17시간이내의 청력에서는 오히려 기저 청력에 비하여 대부분의 주파수대에서 더 좋은 것으로 나타났는데, 여기에 개입되었을 여러 비뿔림을 고려하더라도 소음폭로후 약 17시간 내외가 경과하면 대부분 소음피로에 의한 일시적 청력저하(TTS)가 완전히 회복된다는 것을 시사한다.

본 연구를 통해서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 본 조사에서 나타난 작업장의 소음폭로수준은 측정된 곳의 반 이상이 규정값을 초과하는 것으로 나타나, 본 연구에서 대상으로 한 업체가 비교적 소음폭로가 큰 것으로 알려진 제지, 방직, 제강업체를 대상으로 실시되었다는 점을 감안하더라도, 우리 나라 사업장의 소음폭로가 아직 큰 문제임이 다시한번 입증되었다.

2) 사업장에 근무하는 근로자를 대상으로 소음폭로후 청력을 측정하여 소음폭로후 17시간까지 청력이 지속적으로 유의하게 개선되는 점이 나타난 것으로 보아 근로자에 대한 청력검사시에 소음폭로후 경과시간을 규

정하는 것이 필요할 것으로 판단되었다.

연구방법

이러한 연구 결과를 바탕으로 우리 나라의 근로자를 대상으로 하는 특수 건강 검진 시의 청력검사 규정에 반드시 소음폭로후 경과시간이 추가로 규정되어야 한다고 결론지을 수 있다.

참고문헌

1. 노동부, 노동통계연감, 1994
2. 노동부, 노동통계연감, 1992
3. 예방의학과 공중보건, 편집위원회 편, 계축문화사, 1993
4. 노동부(노동부예규, 제 189호), 근로자 건강진단 실시규정, 서울, 1991
5. 대한산업보건협회, 근로자 건강진단 종합연보, 서울, 대한산업보건협회
일반 및 특수건강진단 기술협회, 1992
6. 예방의학과 공중보건, 편집위원회 편, 계축문화사, 1995
7. 백남원, 산업위생학개론, 신광출판사, 1995
8. 김현, 조수현, 임현술. 군복무시 사격 및 포격훈련에 의한 소음폭로력이
청력에 미치는 영향, 예방의학회지, 1991;23(1) : 88-92
9. 이관형, 백도명, 박정선 등, 사업장에서의 청력보존 관리운영에 관한 실
태조사연구, 한국산업안전공단-산업보건연구원, 1994
10. 김지용, 임현술, 정해관, 문옥륜 등, 철강공장 근로자를 대상으로 살피
본 소음성 난청 진단기준에 관한 조사, 예방의학회지, 1993;26(3) : 371-386
11. 백만기, 신이비인후과학, 서울, 일조각, 1972 : 38
12. 안윤옥, 실용의학 통계론, 서울, 서울대학교 출판부, 1990
13. 임현술, 김현, 정해관, 철강공장 근로자 중 난청 유소견자의 관리실태

에 관한 조사, 대한산업의학회지, 1992;4(2) : 190-198

14. 조성일, 김정순, 임현술, 정해관, 최병순, 소음폭로가 일부 지역주민의 건강에 미치는 영향에 대한 연구, 한국역학회지, 1990;12(2) : 153-163

15. W. Dixon Ward, Aram Glorio, Diane L. Sklae, Temporary Threshold Shift from Octave-Band Noise : Application to damage risk criteria, The Journal of the Acoustical Society of America, 1959;31(1); 522-528

16. Raymond Hetu, Jean Parrot, A field evaluation of noise-induced temporary threshold shift, American Industrial Hygiene Association Journal, 1978;39(4) : 301-311

17. J. Irwin, Noise-induced hearing loss and the 4 kHz dip, Occupational Medicine, 1994; 44 : 222-223

18. Joseph B. Touma, Controversies in noise-induced hearing loss(NIHL), Ann. Occup. Hyg., 1992;36(2) : 199-209

19. Armand Dancer, Paul Borredon, Alex Cabanis, Paul Gorrerino, Paul Grateu, Thierry Vaillant, Military studies of temporary threshold shift on protected and unprotected ears following impulse noise exposure, Industril Hearing Conservation Conference, 1992 :97-102

20. Randy Lloyd Tubbs, The effect of intense noise and masking on pure-tone detection in Rhesus monkeys, Doctoral Thesis, Miami University, 1982

21. Richard J. Salvi, Central components of the temporary threshold shift, Effects of noise on hearing by Roger P. Hmernik, Darshan S. Dosanjh, and John H. Mills, Raven Press, New York, 1976 : 247-262

22. William Melnick, Human asymptotic threshold shift, Effects of noise on hearing by Roger P. Hmernik, Darshan S. Dosanjh, and John H. Mills, Raven Press, New York, 1976 : 277-289
23. J. S. Keeler Models for noise-induced hearing loss, Effects of noise on hearing by Roger P. Hmernik, Darshan S. Dosanjh, and John H. Mills, Raven Press, New York, 1976 : 361-381
24. D. W. Robinson, Characteristics of occupational noise-induced hearing loss, Effects of noise on hearing by Roger P. Hmernik, Darshan S. Dosanjh, and John H. Mills, Raven Press, New York, 1976 : 383-405
25. Alan Martin, The equal energy concept applied to impulse noise, Effects of noise on hearing by Roger P. Hmernik, Darshan S. Dosanjh, and John H. Mills, Raven Press, New York, 1976 : 421-453
26. William W. Clark, Recent studies of temporary threshold shift(TTS) and permanent threshold shift(PTS) in animals, J. Acoust. Soc. Am. 1991;90(1) : 155-163
27. Larry E. Humes, Walt Jesteadt, Modeling the interactions between noise exposure and other variables, J. Acoust. Soc. Am. 1991;90(1) : 182-188
28. William Melnick, Human temporary threshold shift(TTS) and damage risk, J. Acoust. Soc. Am. 1991;90(1) : 147-154
29. Vittorio Colletti, Francesco G. Fiorino, Giuseppe Verlato, Giancarlo Montresor, Reduced active protection to the cochlea during physical exercise, Acta Otolaryngol(Stockh) 1991;111 : 234-239

30. Tapio Pirila, Left-right asymmetry in the human response to experimental noise exposure, Acta Otolaryngol(Stockh) 1991;111 : 861-866

31. Donald Henderson, Malini Subramaniam, Martin Papazian, Vlasta P. Spong, The role of middle ear muscles in the development of resistance to noise induced hearing loss, Hearing Research, 1994;74 : 22-28

32. Zenz C. Occupational medicine, 2nd ed. Chicago, Year Book Medical Publishers, Inc., 1988 : 2740323

여 백

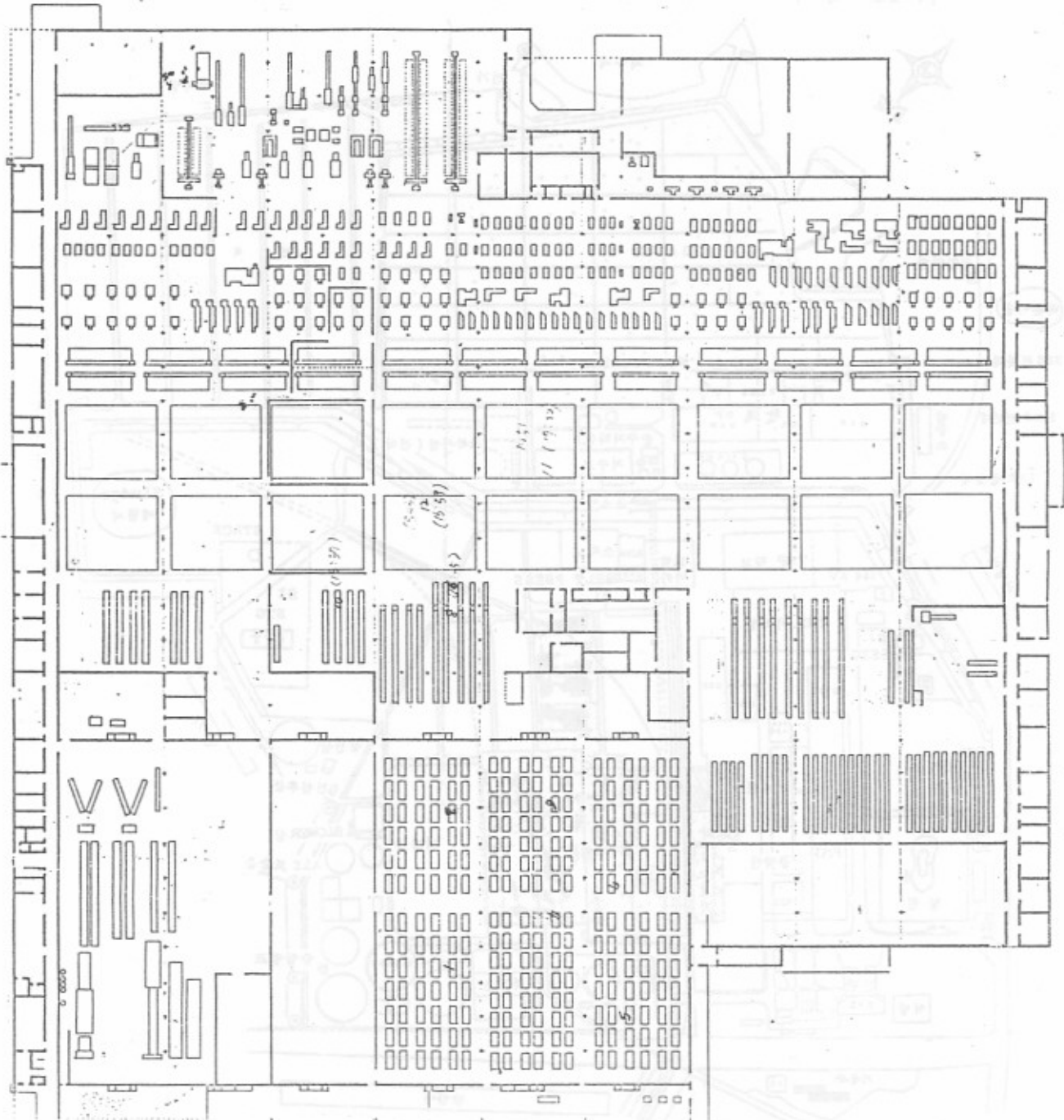


나. K 방직

문부

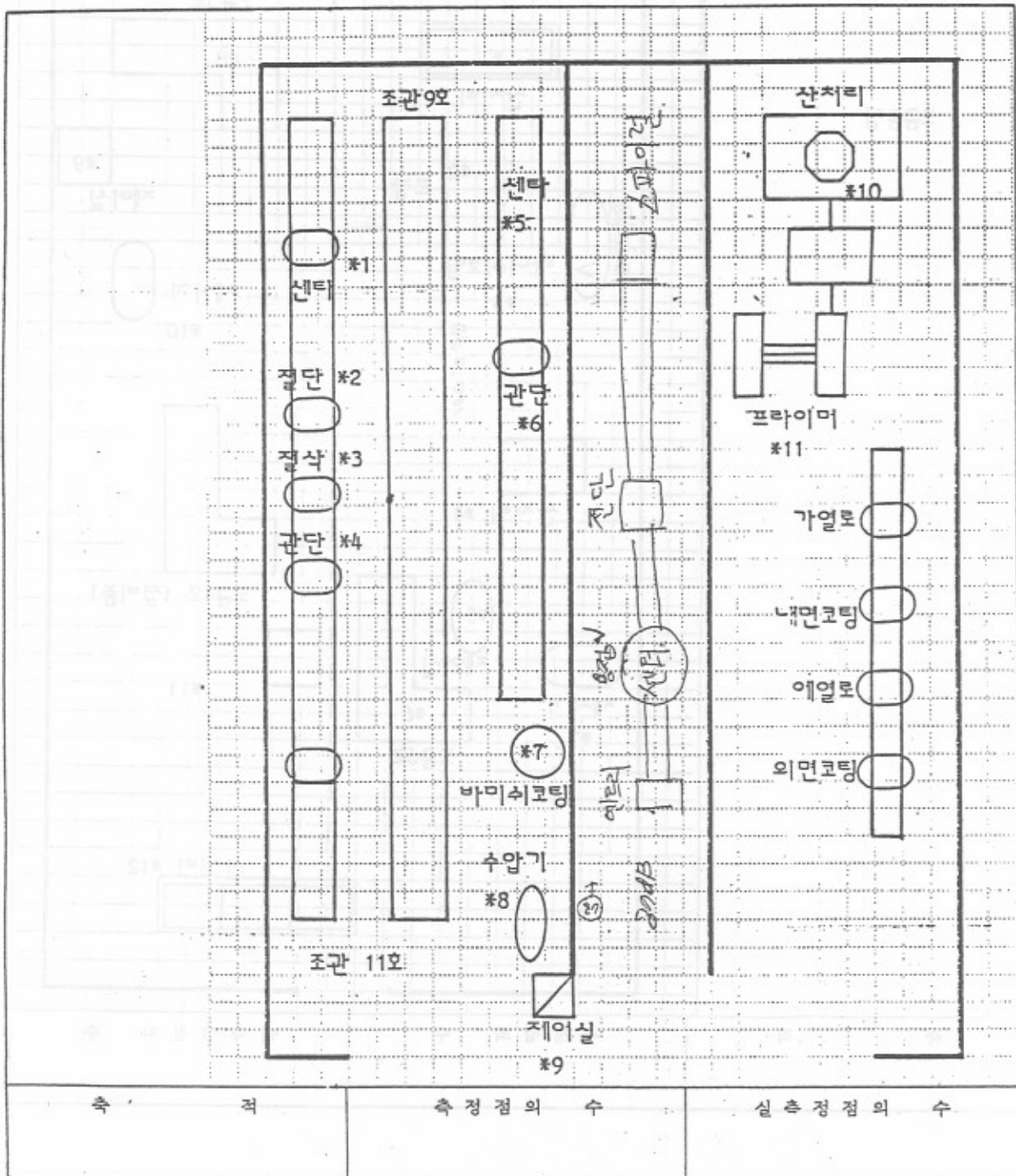
4

코디네이션 센터

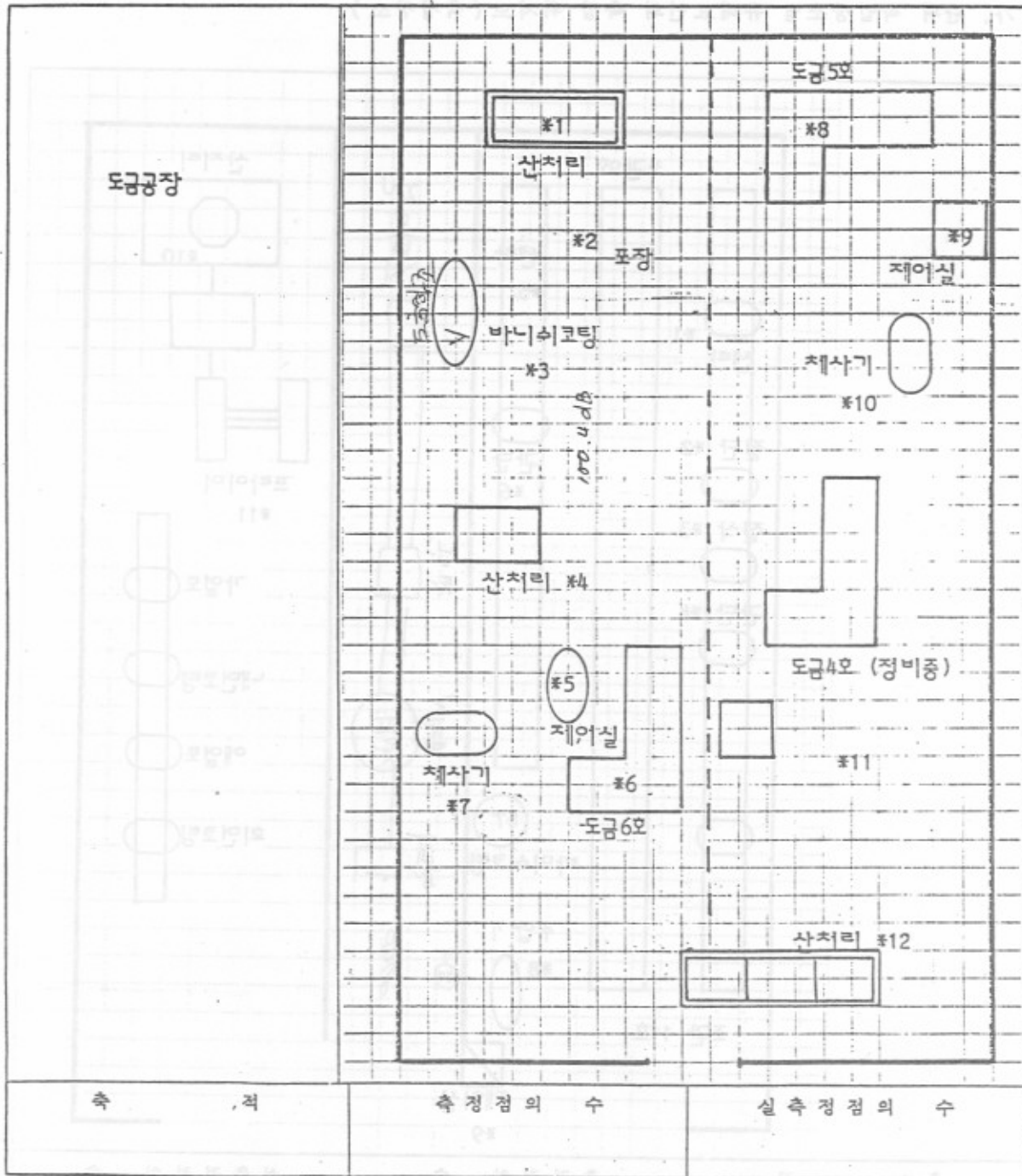


다. H 강관

가. 단위 작업장소별 유해요인의 측정 위치도 (측정장소)

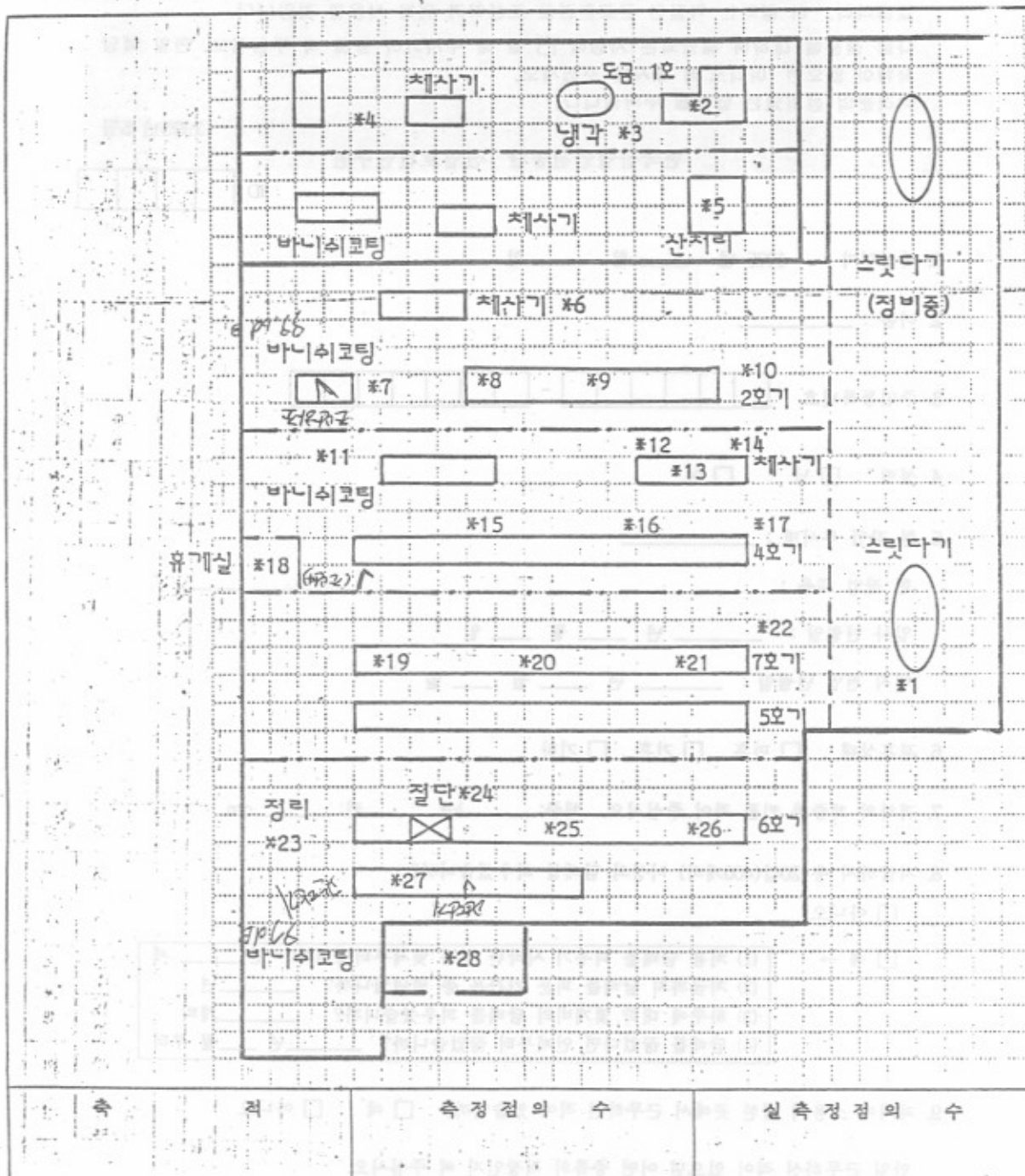


가. 단위 작업장소별 유해요인의 측정 위치도 (측정장소)



표시조물설

가. 단위 작업장소별 유해요인의 측정 위치도 (측정장소)



설문조사표

본 조사표는 근무중 소음에 의한 난청과 건강영향을 종합적으로 평가하기 위해 만들어졌습니다. 이 결과는 적절한 근로환경을 조성하기 위해 사용될 것입니다.

다음 질문에 대하여 해당되는 사항에 ☒ 를 해 주시거나 글을 써 주십시오. 만일 해당 사항이 없으면 '아니오'에 표시해 주십시오.

여러분의 성의있는 답변을 부탁드립니다.

1995년 5월

한국산업안전공단 산업보건연구원

ID

--	--	--	--

1. 작성일자 : 1995 년 ____ 월 ____ 일

2. 이름 : _____

3. 주민등록번호

--	--	--	--	--	--	--	--

 -

--	--	--	--	--	--	--	--

4. 성별 ☐ 남 ☐ 여

5. 현 작업 부서명 : _____

현 작업 내용 : _____

입사 년월일 : ____ 년 ____ 월 ____ 일

현직 전입 년월일 : ____ 년 ____ 월 ____ 일

6. 결혼상태 ☐ 미혼 ☐ 기혼 ☐ 기타

7. 귀하의 체중과 키를 적어 주십시오. 체중: ____ kg 키: ____ cm

8. 지금까지 총 20갑(400개비) 이상의 담배를 피우셨습니까?

☐ 아니오

☐ 예 →

- | |
|---|
| (1) 처음 담배를 피우기 시작한 것은 몇세부터입니까? 만 ____ 세 |
| (2) 지금까지 담배를 피운 기간은 총 몇년입니까? ____ 년 |
| (3) 하루에 대략 몇개비의 담배를 피우셨습니까? ____ 개비 |
| (4) 담배를 끊었다면 언제부터 끊었습니까? ____ 년 ____ 월 부터 |

9. 과거에 소음이 심한 곳에서 근무하신 적이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

만일 근무하신 적이 있으면 어떤 종류의 직장인지 써 주십시오.

(직장명 : _____ - 업종: _____)

10. 가족(부모, 형제, 자녀)중에 귀가 어두운 분이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

11. 가족(부모, 형제, 자녀)중에 의사로부터 고혈압 진단을 받은 분이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

12. 귀하는 평소에 혈압이 높다는 말을 들으셨습니까?

☐ 아니오

☐ 예 →

(1) 고혈압 진단을 의사로부터 받으셨습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

(2) 고혈압을 어떻게 치료했습니까?

☐ 진단받고 계속 치료하고 있다

☐ 치료한적 있지만 지금 안한다

☐ 치료한 적 없다

13. 귀하는 1주일에 한번 이상 다음과 같은 취미생활을 하십니까?

워크댄 상용(헤드폰 착용 음악감상) ☐ 예 ☐ 아니오

음악연주, 감상, 노래방, 디스코텍 ☐ 예 ☐ 아니오

소음을 동반한 취미활동(목공, 건설 등) ☐ 예 ☐ 아니오

14. 군대에 다녀오셨습니까?

☐ 아니오

☐ 예 →

(1) 언제 제대하셨습니까? _____년 _____월

(2) 어느 군에서 군생활을 하셨습니까? ☐ 육군 ☐ 해군 ☐ 공군

(3) 포병, 보병, 공병 등으로 근무하셨습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

(4) 본인이 생각하시기에 시끄러운 곳에서 군생활을 하셨습니까?

☐ 예 ☐ 아니오

15. 최근 일주일 사이에 예비군 훈련으로 사격이나 포격훈련을 한 적이 있습니까?

☐ 예

☐ 아니오

16. 마이신 계통의 항생제를 1주일 이상 계속 주사맞은 적이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

17. 현재 이뇨제(소변이 잘나오게 하는 약)를 복용하고 계십니까? ☐ 예 ☐ 아니오

18. 현재 아스피린을 복용하고 계십니까? ☐ 예 ☐ 아니오

19. 현재 귀가 아릅니까? ☐ 예 ☐ 아니오

20. 현재 귓속에서 이명(뽕 하고 울리는 소리)이 들립니까? ☐ 예 ☐ 아니오

21. 귀에 뭔가 차있는 느낌이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

22. 중이염이나 귀에서 고름이 나오는 질환을 앓았거나 현재 앓고 계십니까? ☐ 예 ☐ 아니오

23. 과거에 맞거나 부딪치는 충격 등으로 귀를 다친 적이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

24. 과거에 맞거나 부딪치는 충격 등으로 머리를 다친 적이 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

25. 전화로 통화할 때 양쪽 귀를 다 사용할 수 있습니까? ☐ 예 ☐ 아니오

26. 근무할 때 귀마개나 청력 보호구를 사용하십니까?(전체 근무시간 중)

☐ 90%이상 착용 ☐ 50~90% 착용 ☐ 10~50% 착용 ☐ 10% 미만

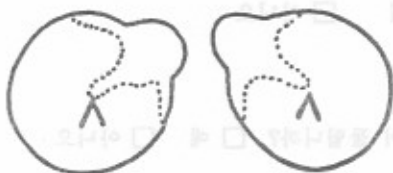
신체검사표

피검자 이름 :

진찰시간 :

진찰의사 :

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| 1. 이통이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 2. 이명이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 3. Otorrhea가 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 4. Rhinorrhea가 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 5. Cough가 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 6. Sputum이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 7. PTH 가 있는가? | 좌 : ☐ 있다 ☐ 없다 | ☐ 있다 ☐ 없다 |
| | 우 : ☐ 있다 ☐ 없다 | ☐ 있다 ☐ 없다 |
| 8. PI이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 9. 이개(궤바퀴)에 이상이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 10. 이개주위 림프절이 비대해져 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 11. 이하선에 이상소견이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 12. 유양돌기 부위에 이상소견이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 13. 외이도에 이상소견이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |
| 14. 고막에 이상소견이 있는가? | ☐ 있다 | ☐ 없다 |



15. Weber test : Lateralization

	좌	우	중립
Weber			

16. 두부에 동통이나 압통부위가 있는가? ☐ 있다 ☐ 없다
17. 두부에 흉터가 있는가? ☐ 있다 ☐ 없다
18. 최근 2,3일간 소음이 심한 장소(나이트 클럽, 락카페 등)에 간적이 있는가?
- ☐ 있다 ☐ 없다

청력검사표

검사일시 : 검사자 :
 검사대상자 : ID :
 마지막 근무시 보호구 착용 : ☐ 예 ☐ 아니오

1차검사(폭로후 2시간 이내)

검사시간 : 마지막 소음폭로후 경과시간 :
 Compliance : ☐ G ☐ N ☐ B

주파수(Hz)	250		500		1,000		2,000		4,000		8,000	
가청 역치	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우

2차검사(폭로후 6시간 내외)

검사시간 : 마지막 소음폭로후 경과시간 :
 Compliance : ☐ G ☐ N ☐ B

주파수(Hz)	250		500		1,000		2,000		4,000		8,000	
가청 역치	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우

3차검사(폭로후 15시간 내외)

검사시간 : 마지막 소음폭로후 경과시간 :
 Compliance : ☐ G ☐ N ☐ B

주파수(Hz)	250		500		1,000		2,000		4,000		8,000	
가청 역치	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우

4차검사(폭로후 32시간 이상 - Baseline)

검사시간 : 마지막 소음폭로후 경과시간 :
 Compliance : ☐ G ☐ N ☐ B

주파수(Hz)	250		500		1,000		2,000		4,000		8,000	
가청 역치	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우	좌	우