

연구보고서

근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발

김진숙·전승익·진태준

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석
및 문제해결 가이드 개발”의 최종 보고서로 제출합니다.

2022년 10 월

연구진

연구기관 : 한림대학교

연구책임자 : 김진숙 (교수, 한림대학교)

연구원 : 전승익 (대학원생, 한림대학교)

연구원 : 진태준 (대학원생, 한림대학교)

요약문

- 연구기간 2022년 04월 ~ 2022년 10월
- 핵심단어 소음, 특수건강진단, 소음성 난청, 청력검사, 차폐
- 연구과제명 근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발

1. 연구배경

전 세계적으로 직업성 난청의 효율적 관리를 위해서 조기 발견이 필요한데 이는 정확한 청력검사를 통해서만 가능하다(Mahalkar, Kumar, & Singhal, 2022). 미국 질병예방통제센터 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)와 미국 산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety & Health, NIOSH) 에서도 청력검사방법에 대한 논의점을 제시하고 있다. 우리나라는 2020년도 근로자 건강진단 실시결과에서 특수건강진단 직업병 요관찰자(C₁) 및 유소견자(D₁)의 여러 가지 원인 중 소음성난청은 14만 9,179명(90.0%)으로 전체 근로자의 직업병 중 대부분을 차지했다(고용노동부, 2021). 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원은 지속적인 교육을 통해 소음노출 근로자가 효율적으로 평가받을 수 있는 정확한 근로자의 청력검사방법을 제시하고 있으나 검사방법이 쉽지 않고 혼란스러운 부분이 있어 부적합사례가 발생하고 문제해결을 위한 질의도 많은 실정이다.

본 연구의 목적은 근로자의 건강을 해칠 수 있는 직업성 난청을 신속히 발견하여 예방과 관리가 가능하도록 특수건강진단 청력검사의 부적합사례를 분석하고, 이를 통해 문제해결 가이드를 개발하여 특수건강진단기관의 청력검

사의 신뢰성과 효율성을 높이고자 한다.

2. 주요 연구내용

2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료와 청력정도관리 질의회신 모음을 자료평가의 6개 평가항목으로 검토하고 세부분석을 통하여 검토 결과 나타난 부적합 사례를 분석하고 부적합 원인과 개선방안을 유형별로 정리하고 이를 정도관리 평가기준에 반영할 수 있도록 결과로 제시하였다.

1) 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료 검토

103개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3136건 중 감점사례인 80건(2.55%)과 2021년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 115개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3417건 중 감점사례인 508건(14.87%) 등 총 6553건 중 감점사례인 588건(8.97%)을 재검토 하였다.

2) 2020~2021년 청력정도관리 질의회신 모음 검토

2020년과 2021년의 청력정도관리 질의회신 자료 49례와 64례 총 113례를 재검토 하였다.

3) 6개 자료평가항목과 세부 분석으로 검토

위의 1)과 2)의 자료를 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원에서 제시한 6개 분야의 자료평가항목으로 분석하였고 감점 및 질의회신자료 중 기 타내용으로 분류된 질의 내용은 세부 분석으로 검토하였다.

3. 연구 활용방안

검토 결과 나타난 부적합 사례를 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 적

정성, 주파수별 기도 및 골도 검사 실시 적정성, 기도 및 골도 청력역치의 적정성, 기도와 골도의 적정한 음차폐 검사, 난청의 유형에 따른 A, C₁, C₂, D₁, D₂ 판정의 적정성, 최근 2년간 연 1회 이상 음향보정 점검 실시 여부로 부적합 원인과 개선방안을 유형별로 정리하였다.

이러한 검토 자료와 결과로 나타난 부적합 사례 빈도수, 부적합 원인, 질의내용 등을 분석하여 특성을 포착하고 핵심정보를 정리하여 구체적인 내용을 차후 활용이 가능하도록 근로자 건강진단 청력검사의 문제 해결 가이드 부록으로 제시하였다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 한림대학교 교수 김진숙
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구부 부장 원용림
 - ☎ 052) 7030.857
 - E-mail herhand@kosha.or.kr

목 차

I. 서 론	1
1. 연구 배경	2
2. 연구 목표	4
II. 연구 방법	5
1. 연구 대상 및 자료 수집	6
2. 연구내용 및 방법	7
III. 연구 결과	9
1. 감점 기관 수 및 감점 사례 수	10
2. 자료평가의 6개 평가항목별 검토	12
3. 세부 분석 및 검토	23

IV. 요약 및 결론 31

1. 자료평가의 6개 평가항목별 검토 35
2. 비 감점 사례 및 질의회신 내용 세부 분석 44
3. 부적합 사례의 해결 방안 제시 48
4. 근로자 건강진단 청력검사 문제해결 가이드 제시 60
5. 순음청력검사에 관한 지침 수정제안 61
6. 순음청력검사이침(안) 73

참고문헌 74

부록 I 79

부록 II 120

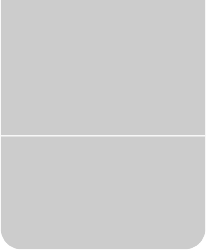
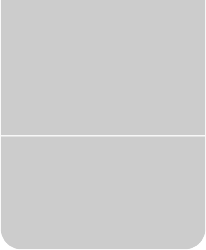


표 목차

〈표 Ⅲ-1〉 2020~21년 감점 기관 수 및 감점사례 수	11
〈표 Ⅲ-2〉 기도 및 골도 차폐의 필요 및 최소 최대 차폐수준	14
〈표 Ⅲ-3〉 난청 유형에 따른 건강관리 구분	17
〈표 Ⅲ-4〉 자료평가 6개 평가항목별 감점사례 및 질의 비율	20
〈표 IV-1〉 순음청력검사에 관한 지침과 청력정도관리 위탁 교육 및 실습에서 제공되는 공식	51



그림목차

[그림 Ⅲ-1] 근로자 건강진단청력검사 관련 그림	30
[그림 Ⅳ-1] 근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결가이드 개발연구 흐름도	34

I. 서론

.....

I. 서론

1. 연구 배경

1) 필요성

직업성 난청은 산업현장에서 작업 환경에 의해 발생하는 청력 소실을 말한다. 대부분은 작업장에서의 지속적 소음노출이 원인이다. 소음성 난청 진단은 2019년에 1만 4274건으로 2018년의 1만 2822건 보다 11.3% 늘었고, 소음노출로 인한 업무상 질병자는 2019년에 1986명으로 2018년의 1414명 보다 40.5% 증가하였다. 이는 소음 노출로 인한 직업성 난청이 꾸준히 증가하고 있는 현실을 반영한다(고용노동부, 2020). 또한 2020년도 근로자 건강진단 실시결과에 따르면 특수건강진단 직업병 요관찰자(C₁) 및 유소견자(D₁)의 원인을 분석했을 때, 진폐증, 유기 화합물 중독, 산 알칼리 가스상물질 중독, 소음성 난청, 금속류 중독, 기타 질환 등 전체 16만 4,214명 중 소음성난청은 14만 9,179명(90.0%)으로 전체 근로자의 직업병 중 대부분을 차지했다(고용노동부, 2021).

직업성 난청은 천천히 오랜 기간 진행되어 비가역적 손상으로 근로자의 건강을 해칠 수 있으므로 정확한 검사를 통해 신속히 발견하여 예방과 관리를 하는 것이 중요하다. 더욱이 소음노출로 인한 난청의 예방과 청력의 올바른 관리의 성공은 올바른 청력검사가 기반이 되어야 한다. 그러나 소음노출 근로자의 청력검사방법과 결과에 대한 논란의 여지가 아직 존재하고 있고 그에 대한 부적합 사례도 존재하고 있어 청력검사 방법의 평가와 분석으로 문제 해결 방법을 강구하여야 한다(Franks et al., 1996).

2) 연구 배경

전 세계적으로 직업성 난청의 효율적 관리를 위해서 조기 발견이 필요한데 이는 정확한 청력검사를 통해서만 가능하다(Mahalkar, Kumar, & Singhal, 2022). 미국 질병예방통제센터 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)와 미국 산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety & Health, NIOSH)에서도 청력검사방법에 대한 논의점을 제시하고 있다(National Center for health statistics, 2003). 이런 세계적인 추세에 따라 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원은 지속적인 교육을 통해 소음노출 근로자가 효율적으로 평가받을 수 있는 정확한 근로자의 청력검사방법을 제시하며 특수건강검진 기관의 진단 평가 방법을 개선하고 있다. 그럼에도 불구하고 검사방법이 쉽지 않고 혼란스러운 부분이 있어 부적합사례가 발생하고 문제해결을 위한 질의도 많은 실정이다. 따라서 특수건강진단 청력검사 시행 시 반복되어 발생하는 문제점을 구체화하고 문제 해결 가이드를 개발하여 특수건강진단기관의 청력검사의 신뢰도를 향상시켜야 한다. 더불어, 소음노출 근로자의 청력검사방법과 주의점으로 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 청력검사기기의 보정(Calibration) 등도 강조하였다(Franks, 2001).

2. 연구 목표

본 연구의 목적은 근로자의 건강을 해칠 수 있는 직업성 난청을 신속히 발견하여 예방과 관리가 가능하도록 특수건강진단 청력검사의 부적합사례를 분석하고, 이를 통해 문제해결 가이드를 개발하여 특수건강진단기관의 청력검사의 신뢰성과 효율성을 높이고자 한다. 구체적으로 목적은 다음과 같다.

□ 특수건강진단 청력검사 시행 시 반복되어 발생하는 문제점을 구체화하고 해결방법을 제시하여 검사자가 스스로 문제점을 파악하고 개선할 수 있도록 유도하고자 한다.

□ 소음노출 근로자가 정확하게 평가받을 수 있도록 근로자 건강진단 청력검사 부적합사례를 분석하고 문제 해결 가이드를 개발하여 청력검사의 신뢰도를 향상시키고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

.....

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 자료 수집

본 연구에 사용된 자료는 다음과 같다.

1) 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료

(1) 2020년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 103개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3136건

(2) 2021년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 115개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3417건

2) 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료

(1) 2020년 청력정도관리 질의회신 자료 총 49례

(2) 2021년 청력정도관리 질의회신 자료 총 64례

3) 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)

4) 한국청각학교수협의회, 청각학 개론 2판. 2017

5) 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 소음 노출 근로자건강 진단 판정 기준 세부지침 개발. 2019

본 연구는 한림대학교 생명윤리위원회 심의 승인 후 진행하였다.
(HIRB-2022-032)

2. 연구내용 및 방법

1) 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료 검토

2020년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 103개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3136건 중 감점사례인 80건(2.55%)과 2021년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 115개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3417건 중 감점사례인 508건(14.87%) 등 총 6553건 중 감점사례인 588건(8.97%)을 재검토 하였다.

2) 2020~2021년 청력정도관리 질의회신 모음 검토

2020년과 2021년의 청력정도관리 질의회신 자료 49례와 64례 총 113례를 재검토 하였다.

3) 자료평가의 6개 평가항목으로 검토

위 1), 2)의 모든 재검토 자료를 자료평가의 6개 평가항목으로 검토하였다.

(1) 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 적정성: 1차 검사에서 2 kHz 30 dB이상, 3 kHz 40 dB이상, 4 kHz 40 dB이상일 경우, 2차 건강진단 대상이므로 반드시 2차 검사를 실시해야함.

(2) 주파수별 기도 및 골도 검사 실시 적정성: 2차 검사에서 기도 0.5, 1, 2, 4, 6 kHz 검사를 모두 실시하였는지, 기도역치가 20 dB이상인 주파수들의 골도 청력검사를 실시하였는지 확인. 단, 골도 청력검사는 6 kHz는 제외.

(3) 기도 및 골도 청력역치의 적정성: 골도 청력 역치는 이론상 항상 기도

청력역치와 같거나 더 좋은 역치여야 함.

(4) 적정한 음차폐 검사: 산업안전보건연구원에서 제시한 공식 적용.

가) 적정한 기도 음차폐 검사: 기도 차폐값의 공식적용 적정성 등

나) 적정한 골도 음차폐 검사: 골도 차폐값의 공식적용 적정성 등

(5) 판정의 적정성: 난청의 유형에 따른 A, C₁, C₂, D₁, D₂ 판정.

(6) 최근 2년간 연 1회 이상 음향보정 점검 실시 여부.

4) 세부 분석 및 검토

감점사례 해당 자료 중 감점 대상은 아니지만 검사 결과나 판정에 영향을 줄 수 있는 사례를 세부 분석하였고, 질의회신 모음 자료 중 상기 6개 평가항목으로 분류하기 어려운 자료는 기타로 분류하여 세부 분석하였다. 이러한 세부 분석은 한국산업안전보건공단 순음청력검사에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-56-2021), 청각학 개론 2판, 소음 노출 근로자 건강진단 판정 가이드를 참조하여 검토하였다.

5) 정도관리 평가기준 및 평가방법 개선 검토

검토 결과 나타난 부적합 사례를 분석하고 부적합 원인과 개선방안을 유형별로 정리하고 이를 정도관리 평가기준에 반영하는 방안을 고찰 및 제언과 결론을 통해 제시하였다.

6) 근로자 건강진단 청력검사 문제 해결 가이드 제시

모든 검토 자료를 통해 빈번히 발생하는 부적합 사례, 부적합 원인, 질의 내용 등을 분석하여 특성을 포착하고 핵심정보를 정리하여 구체적인 내용을 차후 활용이 가능하도록 근로자 건강진단 청력검사의 문제 해결 가이드를 부록으로 제시하였다.

III. 연구 결과

.....

III. 연구 결과

1. 감점 기관 수 및 감점 사례 수

1) 정기청력정도관리 자료평가를 위해 2020~2021년 특수건강진단 기관 청력평가 자료 중 218개(2020년 103개, 2021년 115개) 기관 중 감점 기관수는 총 131개(2020년 42개, 2021년 89개) 기관으로 60.09%비율로 나타났다.

2) 정기청력정도관리 자료평가를 위해 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료 총 6553건(2020년 3136건, 2021년 3417건)중 감점 사례 수는 총 588건(2020년 80건, 2021년 508건)으로 8.97%비율로 나타났다. 2020년과 2021년의 감점기관별 감점 사례 수 범위는 1~6건과 1~30건이었다.

〈표 III-1〉 2020~21년 감점 기관 수 및 감점 사례 수

	2020년		2021년	
전체 기관수 (건수)	103 (3136)		115 (3417)	
감점 기관수 (건수)	42 (80)		89 (508)	
감 점 건 수 에 해 당 하 는 기 관 수	1건	21기관	1건	14기관
			2건	11기관
			3건	9기관
	2건	12기관	4건	15기관
			5건	6기관
			6건	5기관
	3건	3기관	7건	7기관
			8건	5기관
			9건	3기관
			10건	4기관
	4건	5기관	11건	3기관
			13건	2기관
			17건	2기관
	6건	1기관	20건	1기관
			26건	1기관
			30건	1기관

2. 자료평가의 6개 평가항목별 검토

2020~2021 정기청력정도관리 자료평가 총 588건과 청력정도관리 질 의회신 자료 총 113사례를 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 자료 평가 6개의 평가항목으로 검토한 결과는 다음과 같다.

1) 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 여부

1차 검사에서 2 kHz 30 dB이상, 3 kHz 40 dB이상, 4 kHz 40 dB이상일 경우, 2차 건강진단 대상이다. 그러나 해당경우에 2차 검사를 실시하지 않은 경우는 2020년에는 0건이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 66건 (66/3417, 1.93%)이었다. 따라서 2020년과 2021년의 자료평가 총 6553건 중 해당 항목의 감점사례는 66건(66/6553, 1.01%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 적정성에 대한 질의는 2020년과 2021년에 각각 3건(3/49, 6.12%)과 1건(1/64, 1.56%)으로 총 4건(4/113, 3.53%)이었다.

2) 주파수별 기도 및 골도 청력검사 실시 여부

2차 건강검진 검사에서 기도 청력검사는 0.5, 1, 2, 4, 6 kHz 주파수에서 검사를 실시하여야 한다. 또한 기도 청력검사상 역치가 20 dB을 이상인 경우하여 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도 청력 0.5, 1, 2, 4 kHz 주파수에서 검사를 시행하여야 한다. 6 kHz는 골도 청력검사에서 신뢰도가 떨어져서 역치를 구할 수 없으므로 골도 청력검사 주파수에 포함 되지 않는다.

검사를 실시하여야 할 주파수에서 기도 및 골도 청력검사 실시를 적절하게 실시하지 못하여 감점인 된 사례는 2020년에는 전체 3136건 중 3건

(0.10%), 감점사례 80건 중 3건(3.75%)이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 25건(0.73%), 감점사례 508건 중 25건(4.92%)이었다. 따라서 2020년과 2021년의 자료평가 총 6553건 중 28건(0.43%), 감점사례 총 588건 중 28건(4.76%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 기도 및 골도 청력검사 실시의 적절한 주파수범위에 대한 질의는 2020년과 2021년에 각각 3건(3/49, 6.12%)과 2건(2/64, 3.12%)으로 총 5건(5/113, 4.42%)이었다.

3) 기도 및 골도 청력역치의 적정성

기도 청력검사의 해부적 부위는 외이, 중이, 내이, 중추신경계, 청각피질분야 등 모든 청각기관을 포함한다. 또한 골도 청력은 외이와 중이의 해부적 부위를 건너 뛰어 내이를 직접 자극하게 되어 내이, 중추신경계, 청각피질분야의 기능만을 검사한다. 따라서 기도 청력검사에 해당하는 전체 청각계의 해부적 부위를 검사하고, 골도 청력 그 중 일부만 검사하게 되어 골도 청력은 기도보다 더 나쁠 수 없고 항상 기도 청력과 같거나 더 좋아야 한다.

기도와 골도의 청력 역치가 이론적으로 불가능하게 차이가 난 경우, 즉 기도 청력이 골도 청력보다 더 좋게 나타난 경우는 2020년에는 전체 3136건 중 11건(0.35%), 감점사례 80건 중 11건(13.75%)이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 36건(1.05%), 감점사례 508건 중 36건(7.09%)이었다. 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 47건(0.72%), 감점사례 총 588건 중 47건(7.99%)이었다.

4) 음차폐 검사의 이해

음차폐는 기도 청력과 골도 청력 모두 실시할 수 있지만 각 검사별로 차폐를 실시하는 이유도 다르고 공식도 다르다. 기도와 골도 청력검사 시 차폐를 적절하게 실시하도록 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검

사에 관한지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)에서 공식을 제시하고 있다. 차폐가 필요한 경우와 최소 및 최대 차폐수준을 계산하는 공식은 아래와 같다.

〈표 III-2〉 기도 및 골도 차폐의 필요 및 최소 최대 차폐수준

	차폐가 필요한 경우	최소 및 최대 차폐수준
기도 차폐 검사	$TE\ ACT - IA \geq NTE\ ACT$ 혹은 $TE\ ACT - IA \geq NTE\ BCT$	Min: Presentation level - IA Max: TE ACT (참값) + IA
골도 차폐 검사	$TE\ ABG \geq 15$	Min: Presentation level + OE Max: TE BCT (참값) + IA

TE(test ear): 청력이 나쁜 검사 귀, NTE(non test ear): 청력이 좋은 검사귀 반대 귀, ACT(airconduction threshold): 기도청력역치, BCT(boneconduction threshold): 골도 청력역치, IA(interaural attenuation):이간감쇠, SV(safety value): 안전값, ABG(air-bone gap): 기도골도역치차, OE(occlusion effect): 폐쇄값. 250, 500, 1,000 Hz의 OE는 15, 15, 10 dB 이다. 유효차폐범위는 위의 공식에서 안전값을 고려한 범위이다.

질의 회신 자료모음에서 기도 및 골도 청력검사 차폐공식에 대한 질의는 2020년과 2021년에 0건과 5건(5/64. 7.81%)으로 총 5건(5/113, 4.42%)이었다.

(1) 적절한 기도 음차폐 검사 적용

기도 청력검사는 난청이 심한 쪽을 검사할 때 큰 강도의 자극 음이 반대 쪽 청력이 좋은 귀로 교차하여 좋은 쪽 귀가 반응을 못하도록 차폐를 한다. 양귀의 청력이 이간감쇠(interaural attenuation, IA)값 40 dB 이상 차이 날 때 좋은 쪽 귀는 난청이 심한 쪽에 제시되는 큰 강도의 자극 음을 듣게 되어 나

쁜 쪽 귀의 역치로 허위반응을 할 수 있어 차폐가 필요하다.

적정한 기도 음차폐 검사를 실시하지 못하여 감점이 된 사례는 2020년에는 전체 3136건 중 19건(0.61%), 감점사례 80건 중 19건(23.75%)이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 43건(1.26%), 감점사례 508건 중 43건(8.46%)이었다. 따라서 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 62건(0.95%), 감점사례 총 588건 중 62건(10.54%)이었다. 이를 기도 차폐가 필요한 건수로만 제한하여 검토하였을 때, 2020년과 2021년 감점사례 중 기도차폐 대상으로 분류된 42건과 220건 중 19건(45.24%)과 43건(19.55%)이었고 총 기도 차폐 대상 262건 중 62건(23.66%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 기도차폐에 관한 질의는 2020년과 2021년에 2건(2/49, 4.08%)과 3건(3/64, 4.69%)으로 총 5건(5/113, 4.42%)이었다.

(2) 적정한 골도 음차폐 검사 적용

골도 청력 골도 진동체를 부착하는 위치와 상관없이 양이에 자극진동이 모두 전달되므로 이간감쇠 값은 0 dB이고 양이 중 더 좋은 쪽의 골도 값이 골도 진동체를 부착하는 귀와 상관없이 역치로 나타난다. 따라서 이 역치는 골도 차폐를 실시하기 전에는 어느 쪽 귀의 골도 역치를 나타낸 것인지 알 수 없다. 따라서 기도 청력이 20 dB 이상으로 난청이 있고 골도 청력과 역치차가 있다면 즉, 차폐 전 골도 청력 역치가 기도 청력역치 보다 더 좋다면 그 골도 청력이 어느 쪽 귀의 반응인지 확인하기 위해 차폐를 실시한다. 즉, 기도와 골도청력 역치가 모두 20 dB 미만이고 기도골도차이(air bone gap, ABG)가 없다면 기도와 골도 역치가 모두 정상으로 골도 청력검사에서 차폐를 할 필요가 없다. 그러나 기도 역치가 20 dB 이상(예를 들어 40dB)이고 차폐 전 골도 청력 역치가 20dB 미만(예를 들어 5dB)이라면, 반드시 반대쪽의 골도 청력을 차폐하고 차폐를 한 후에도 골도 역치가 차폐 전 골도 역치와 동일한지(전음성 난청, 예를 들어 해당귀와 반대귀의 참 골도 청력역치가 5dB로 동일한 경우), 차폐 후 골도 역치가 기도

역치와 동일한 난청을 보이는 정도인지(감각신경성 난청, 차폐후 골도 청력 역치는 35dB이고 차폐 전 골도 역치 5dB은 이간감쇠값이 0인 골도 청력 특성으로 반대귀의 좋은 골도 청력 역치가 측정된 경우), 차폐 후 골도 역치가 기도 역치와 15dB이상 차이가 나면서 난청을 보이는 정도인지(혼합성 난청, 차폐 후 골도 청력 역치는 25dB이고 차폐 전 골도 역치 5dB은 이간감쇠값이 0인 골도 청력 특성으로 반대귀의 좋은 골도 청력 역치가 측정된 경우)를 확인해야 한다.

적정한 골도 음차폐 검사를 실시하지 못하여 감점이 된 사례는 2020년에는 전체 3136건 중 48건(1.53%), 감점사례 80건 중 48건(60.00%)이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 222건(6.50%), 감점사례 508건 중 222건(43.70%)이었다. 따라서 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 270건(4.12%), 감점사례 총 588건 중 270건(45.92%)이었다. 이를 골도 차폐가 필요한 건수로만 검토하였을 때, 2020년과 2021년에 감점사례 중 골도 차폐 대상으로 분류된 73건과 463건 중 48건(65.75%)과 222건(47.95%)이었고 총 골도 차폐 대상 536건 중 270건(50.37%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 골도 차폐에 관한 질의는 2020년과 2021년에 12건(12/49, 24.49%)과 11건(11/64, 17.19%)으로 총 23건(23/113, 20.35%)이었다.

5) 판정의 적정성

난청의 유형에 따라 건강관리 구분인 정상(A), 직업병 요관찰자(C₁), 일반 질병 요관찰자(C₂), 직업병 유소견자(D₁), 일반질병 유소견자(D₂) 등의 판정은 아래 표와 같다.

〈표 III-3〉 난청 유형에 따른 건강관리 구분

건강관리구 분		판정기준
A		정상청력, 경미한 이상소견이 있는 자
C	C ₁	직업성 질병으로 진전될 우려가 있어 추적검사 등 관찰이 필요한 자(요관찰자)
	C ₂	일반질병으로 진전될 우려가 있어 추적관찰이 필요한 자
D	D ₁	직업성질병의 소견이 있는 자(직업병유소견자) 1) 기도 순음청력검사상 4 kHz의 고음역에서 50 dB HL 이상의 청력손실이 인정되고, 삼분법(500(a), 1000(b), 2000(c)에 대한 청력손실정도로서 (a+b+c)/3 평균 30 dB HL이상의 청력손실이 있고, 2) 직업력상 소음노출에 의한 것으로 추정되는 경우
	D ₂	일반질병의 소견이 있는 자(일반질병유소견자)
R		일반건강진단에서 질환 의심자(제2차 건강진단대상)

제시된 난청 유형에 따른 건강관리 구분의 판정이 부적절하여 감점이 된 사례는 2020년에는 전체 3136건 중 51건(1.63%), 감점사례 80건 중 51건(63.75%)이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 188건(5.50%), 감점사례 508건 중 188건(37.00%)이었다. 따라서 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 239건(3.65%), 감점사례 총 588건 중 239건(40.65%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 난청유형에 따른 건강관리 구분에 대한 질의는 2020년과 2021년에 2건(2/49, 4.08%)과 2건(2/64, 3.13%)으로 총 4건(4/113, 3.54%)이었다.

2022년부터 적용될 난청유형에 따른 건강관리 구분의 고려 요소를 모두 포함하면 다음과 같다.

정상청력이면서 고음역에서 청력손실을 보이지 않는 자의 구분은 (A) ① 기도 청력수준이 2차 검사 대상 미만인 자, 또는 ②기도역치 삼분법에 대한 청력손실정도가 정상(25 dB 미만)이고 3~4 kHz의 고음역 기도역치가 모두 40 dB 미만인 자이다.

직업성 질병으로 진행될 우려가 있어 추적 검사 등 관찰이 필요한 자인 직업병 요관찰자(C₁)는 ①청력손실이 있고, ②직업력상 소음 노출에 의한 것으로 추정되며, ③D₁에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우이다.

일반질병으로 진행 될 우려가 있어 추적관찰이 필요한 자 즉, 일반질병 요관찰자(C₂)의 구분은 ①일반질환에 의한 난청이 의심되며, ②D₂에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우이다.

직업성질환의 소견이 있는 자 즉, 직업병 유소견자(D₁)의 구분은 ①순음청력검사상 3~6 kHz의 고음역 중 어느 하나라도 기도역치가 50 dB HL 이상이고, 기도역치 삼분법(500(a), 1000(b), 2000(c)에 대한 청력손실정도로서 $(a+b+c)/3$ 평균) 30 dB HL 이상의 청력손실이 있으며, ②직업력상 소음 노출에 의한 것으로 추정되는 경우이다.

일반질환의 소견이 있는 자 즉, 일반질환 유소견자(D₂)의 구분은 ①일반질환에 의한 난청이 발견되고(예를 들어, 청각장애, 만성중이염 등), ②기도역치 삼분법(500(a), 1000(b), 2000(c)에 대한 청력손실정도로서 $(a+b+c)/3$ 평균) 40 dB HL 이상(어음청취에 불편을 초래하는 수준)의 청력손실이 있는 경우이다.

2020~2021 정기청력정도관리 자료평가 총 588건과 청력정도관리 질의회신 자료 총 113례를 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 자료 평가 6개의 평가항목으로 검토한 결과를 비교 분석하였을 때 차폐 관련한 감점 사례와 질의 비율이 가장 많았는데 그 중 골도 차폐의 감점사례와 질의가 대부

분이었다. 그 다음으로 판정의 적정성, 주파수별 기도 및 골도 청력검사 실시 여부, 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 여부 등의 순으로 근로자 건강진단 청력검사 부적합 사례가 나타난 것으로 분석되었다.

〈표 III-4〉 자료평가 6개 평가항목별 감점사례 및 질의 비율

		2020년		2021년		총합	
		감점 사례 (%)	질의 비율 (%)	감점 사례 (%)	질의 비율 (%)	감점 사례 (%)	질의 비율 (%)
기관 수/ 사례 수		42기관/ 80사례	- 기관/ 49사례	89기관/ 508사례	- 기관/ 64사례	131기관/ 588사례	- 기관/ 113 사례
2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 여부		0건 (0)	3건 (6.12)	66건 (1.93)	1건 (1.56)	66건 (1.01)	4건 (3.54)
주파수별 기도 및 골도 청력검사 실시 여부		3건 (0.10)	3건 (6.12)	25건 (0.73)	2건 (3.13)	28건 (0.43)	5건 (4.42)
기도 및 골도 청력 역치의 적정성		11건 (0.35)	1건 (2.04)	36건 (1.05)	1건 (1.56)	47건 (0.72)	2건 (1.77)
차 폐	적정한 기도 음차폐 검사 적용	19건 (0.61)	2건 (4.08)	43건 (1.26)	3건 (4.69)	62건 (0.95)	5건 (4.42)
	적정한 골도 음차폐 검사 적용	48건 (1.53)	12건 (24.49)	222건 (6.50)	11건 (17.19)	270건 (4.12)	23건 (20.35)
판정의 적정성		51건 (1.63)	2건 (4.08)	188건 (5.50)	2건 (3.13)	239건 (3.65)	4건 (3.54)
최근 2년간 연 1회 이상 음향보정 점검 실시 여부			2건 (4.08)		0건 (0)		2건 (1.77)
기타		-	16건 (32.65)	-	41건 (64.06)	-	57건 (50.44)

* 표의 퍼센트는 2020년 전체 건수 3136, 2021년 전체 건수 3417, 2020~21년 전체 건수 6553에 기반한 비율임. 볼드체: 기타를 제외한 각 연도에 따른 항목평가 중 가장 많은 건수를 차지한 항목.

6) 최근 2년간 연 1회 이상 음향보정 점검 실시 여부

소음노출 근로자의 청력검사방법과 주의점으로 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 청력검사기기의 보정(Calibration)을 강조하였듯이 청력검사기의 보정은 정확한 청력검사를 위해 매우 중요하다. 이에 대해 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한지침(KOSHA GUIDE H-56-2021)에서 “청력검사기와 교정방법”섹션을 통해 보정을 기능점검, 음향교정, 정밀교정으로 구분하여 시행하도록 지침으로 안내하고 있다.

이 중 기능점검은 사용하는 모든 장비에 대하여 일상적(매일 또는 사용 당일)으로 간략하게 장비의 성능을 확인하도록 별지서식으로 청력검사기 일일점검표(daily calibration checklist)를 다음 10가지 항목으로 제시하고 있다.

- (1) 이어폰 코드(Earphone cords): 2000 Hz 순음을 50 dB HL에서 점검. 코드의 연결부근을 흔들면서 지직거리는 소리 또는 끊어지는 소리가 없는지 확인.
- (2) 강도(Output levels): 각 주파수에서 30 dB HL로 두 이어폰의 강도가 동일함을 확인.
- (3) 주파수 (Frequencies): 60 dB HL에서 250부터 8000 Hz까지 주파수를 변화시킬 때 일정한 변화량을 확인.
- (4) 강도변화 (Attenuator): 2000 Hz에서 0~90 dB HL까지 강도를 증가시킬 때, 지직거리는 소리 또는 갑작스런 증가가 없는지 확인.
- (5) Interruptor 스위치: 2000 Hz 60 dB HL에서 스위치를 켜고 끌 때 부드럽고 지직거리는 소리가 없는지 확인.

(6) 어음 회로(Speech Circuit): 마이크를 통해 50 dB HL에서 VU meter를 0으로 맞추고 말할 때 청취자가 이어폰의 음질 이상 유무를 확인.

(7) 스피커 강도(Speaker Output): 마이크를 통해 50 dB HL에서 VU meter를 0으로 맞추고 말할 때 청취자가 스피커의 음질 이상 유무를 확인.

(8) 골 진동체(Bone Oscillator): 2000 Hz 순음 50 dB HL에서 음질 이상 유무 확인.

(9) 청력역치 수준이 안정된 사람의 역치 수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 1000 Hz 순음에 대한 역치전이 관찰 (10 dB 이내).

(10) 청력역치 수준이 안정된 사람의 역치 수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 4000 Hz 순음에 대한 역치전이 관찰 (10 dB 이내).

청력검사기의 음향교정 즉, 음향보정은 연 1회 이상 IEC 61672-1 또는 그 이상의 성능을 가진 소음 측정기로 실시하여 출력음압레벨이 허용오차 범위에 있는지 확인하도록 하고 있다. 허용오차는 500~3,000 Hz에서 3 dB, 4,000 Hz에서 4 dB, 6,000과 8,000 Hz에서 5 dB 이내이고 직선성(linear) 단위로 검사할 때는 15 dB 이내이어야 한다. 이 허용오차를 벗어날 경우는 정밀교정을 실시하도록 안내하고 있다.

정밀교정은 장비의 심각한 결함이 있거나, 청력검사에서 발생하는 음압의 오차가 발생하거나, 장비가 명세서대로 작동하지 않는다는 의심이 있을 때, 청력검사기내부의 조절기를 조절하거나 부품을 교체해야 하므로 검사기관에 의뢰하여 정밀교정기록을 요청하고 당해 청력검사를 폐기할 때까지 보존하도록 안내하고 있다.

질의 회신 자료모음에서 음향보정에 대한 질의는 2020년과 2021년에 2건(2/49, 4.08%)과 0건으로 총 2건(2/113, 1.77%)이었다.

3. 세부 분석 및 검토

1) 비 감점 사례 및 질의회신 내용 세부 분석

(1) 차폐 딜레마로 오판하여 차폐 미실시

차폐 딜레마로 오판하여 차폐를 미실시한 경우는 2020년에는 7건으로 8.75%(7/80) 비율이었고, 차폐 미실시 67건 중에서는 10.45% (7/67) 비율이었다. 2021년에는 24건으로 4.72%(24/508)비율이었고, 차폐 미실시 263건 중에서는 9.13%(24/263)비율이었다. 2020~2021의 차폐 딜레마로 오판하여 차폐를 미실시한 경우는 총 31건으로 5.27% (31 /588)비율이었고, 차폐를 미실시한 330건 중 9.39%(31/330)비율이었다.

(2) 차폐 실시 전 양 귀의 골도 역치 10 dB을 초과

차폐 실시 전 양 귀의 골도 역치를 측정할 경우, 즉 오른쪽과 왼쪽에 골도 진동체를 따로 따로 부착하여 측정하여도 이간감쇠값이 0 dB이므로 좋은 골도값이 역치로 나타나고 부착위치에 따라 차이가 나더라도 10 dB 이내이다. 그러나 이러한 원리가 적용되지 못하고 차폐실시 전 양귀의 골도 청력 역치가 10 dB을 초과하여 차이가 나는 경우는 2020년에는 5건으로 6.25%(5/80)비율이었다고, 2021년에는 11건으로 2.17%(11/508) 비율이었다. 2020~2021의 차폐 실시 전 양귀의 골도 역치가 10 dB을 초과한 경우는 총 16건으로 2.72%(16/588)비율이었다.

(3) 차폐 후 골도 청력 역치가 좋아진 경우

차폐를 한 후 골도 청력역치는 차폐 전 골도 청력역치보다 더 좋을 수 없다. 왜냐하면 차폐 전 골도 청력 역치는 골도의 가장 좋은 값을 보이기 때문이다. 차폐를 한 후 골도 청력역치가 차폐 전 골도 청력역치보다 청력이 좋을

경우는 2020년에는 3건으로 3.75%(3/80)비율이었고, 2021년에는 0건이었다. 2020~2021의 차폐를 한 후 골도 청력역치가 차폐하지 않은 골도 청력역치보다 청력이 좋을 경우는 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

(4) 판정에 필요한 검사를 누락한 경우

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 연구보고서인 소음 노출 근로자건강진단 판정 기준 세부지침 개발(이지호 외, 2019)에서도 밝혔듯이 소음성 난청의 판정은 청력도 만으로는 한계가 있다. 고려하여야 할 기본사항으로 청력도의 형태, 직업성 난청 유소전자의 판정 기준, 기도 골도 청력 역치 차이, 이경소견, 틱파노메트리, 과거 중이염, 질환 등의 병력, 기초와 최근의 청력 변화 양상 등을 논의하고 있다. 이 내용을 근거로 아래와 같이 세 가지 경우로 누락된 판정에 필요한 검사의 종류를 정리하였다.

가) 이경검사 결과를 알 수 없는 경우, 중이검사를 누락한 경우

이경검사를 통한 고막상태의 관찰과 중이검사를 통한 중이상태의 관찰은 주관적 검사인 순음청력검사의 결과를 객관적으로 확인할 수 있는 방법이다. 따라서 대표적인 간단한 객관적 검사인 이경이나 중이검사의 자료 제시는 판정에 필요한 자료이다. 이경검사는 필수검사이므로 검사가 되었을 터인데, 평가용 자료에 포함하여 제출하지 않아 이경 검사결과를 확인 할 수 없는 경우가 있었다. 또한 중이검사는 선택검사이지만 감점사례가 된 경우에 판정에 중요한 영향을 미칠 있는 결과이므로 이러한 검사 결과제시 여부를 살펴보았다. 이경이나 중이검사결과가 청력검사지나 자료제시에서 누락된 경우는 2020년에는 41건으로 51.25%(41/80)비율이었고, 2021년에는 208건으로 40.94%(208/508) 비율이었다. 2020~2021의 이경이나 중이검사를 누락한 경우는 총 249건으로 42.35%(249/588) 비율이었다.

나) 소음노출 이력을 누락한 경우

소음노출 이력을 누락한 경우는 2020년에는 0건이었고, 2021년에는 17건으로 3.35%(17/508)비율이었다. 2020~2021의 소음노출 이력을 누락한 경우는 총 17건으로 2.89% (17/588)비율이었다.

다) 귀 질환 과거병력을 누락한 경우

귀 질환 과거병력을 누락한 경우는 2020년에는 31건으로 38.75%(31/80)비율이었으며, 2021년에는 35건으로 6.89%(35/508)비율이었다. 2020~2021의 귀 질환 과거병력을 누락한 경우는 총 66건으로 11.22%(66/588)비율이었다.

이러한 내용은 판정 시 청력도와 함께 비교해 볼 수 있도록 소음성 난청의 판정관련 청력도나 청력 검사지의 예시로 제시되면 판정의 적정성이 개선 될 것으로 생각되어 순음청력검사에 관한 지침의 부록에 나와 있는 청력검사지의 예시에 이 내용이 포함되기를 권고한다. 이와 관련하여 D₁의 판정 내용도 청력검사지의 예시에 포함되기를 권고한다.

(5) 청력도와 결과서 판정 불일치

청력도판정과 결과서 판정이 불일치한 경우는 2020년에는 1건으로 1.25%(1/80)비율이었으며, 2021년에는 2건으로 0.39%(2/508)비율이었다. 2020~2021의 청력도 판정과 결과서 판정이 불일치한 경우는 총 3건으로 0.59%(3/508)비율이었다.

(6) 골도 청력 역치 표기 오류

골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우는 2020년에는 3건으로 3.75%(3/80)비율이었으며, 이 중 1건은 표기 위치가 잘못된 경우로 확인되었고, 2021년에는 0건이었다. 2020~2021의 골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우는 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

(7) 청력도 작성 오류

청력도 작성 시 오류 사례로는 주파수별 기도와 골도 청력역치 간 선 굵기나 오른쪽 귀는 적색, 왼쪽 귀는 청색 표기인 색깔 구분이 틀린 경우가 많았다. 이러한 사례는 2020년에 11건으로 13.75%(11/80)비율이었고, 2021년에 6건으로 1.18%(6/508)비율이었다. 2020~2021의 청력도 작성 시 오류사례는 총 17건으로 2.89%(17/588)비율이었다.

골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우도 있었는데 2020년에는 3건으로 3.75%(3/80)비율이었고, 이 중 1건은 표기 위치가 잘못된 경우로 확인되었고, 2021년에는 0건이었다. 2020~2021의 골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우는 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

2) 질의회신 모음 자료 중 자료 평가 6개 평가항목으로 분류하기 어려운 자료의 세부 분석

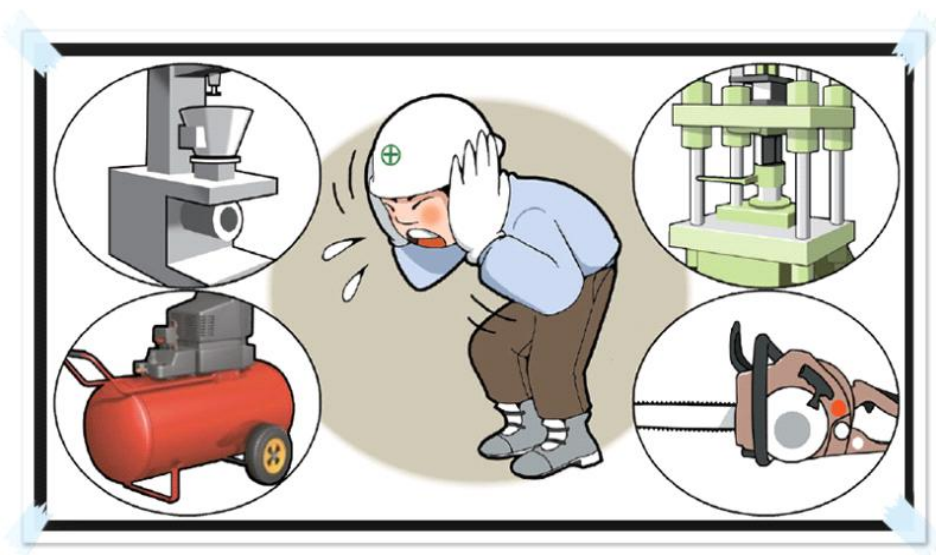
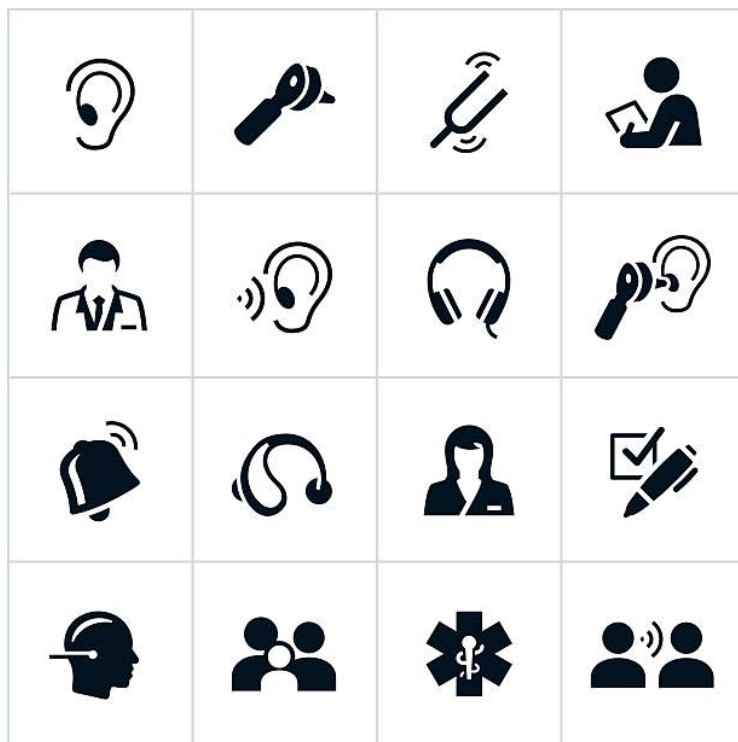
- ☐ 차폐 딜레마에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 3건(3/64, 4.69%)으로 총 4건(4/113, 3.54%)
- ☐ 전년도 검사오차범위 및 청력도 수정방법에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 검사 전 휴식기간에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 차폐 공식 중 Presentation Level(PL, 신호음 제시 강도)에 대한 이해 부족으로 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 검사실과 주변의 배경소음에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 1건(1/64, 1.56%)으로 총 2건(2/113, 1.77%)
- ☐ 종이검사 기록 여부에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

- ☐ 검사자 전문 범위 및 청력검사 자격직군에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 1건(1/64, 1.56%)으로 총 2건(2/113, 1.77%)
- ☐ 차폐 불가로 반응 없음(No Response, NR)의 경우 표기방법에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 1건(1/64, 1.56%)으로 총 2건(2/113, 1.77%)
- ☐ 일일보정과 양식에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 종이검사 실시여부 및 검사 순서에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 주파수별 청력검사와 보청기 착용 시 검사에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 주파수별(500과 1000 Hz)역치 기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 이전 청력검사와의 불일치성, 15 dB 이상의 차이에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 출장점검 배경소음에 대한 질의: 2021년에 3건(3/64, 4.69%)
- ☐ 기능보정점검 방법에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 종이검사 정상 수치에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 배경소음 측정기(자체구입)에 대한 질의: 2021년에 2건 (2/64, 3.13%)
- ☐ 표준청력도에 대한 질의: 2021년에 4건(4/64, 6.25%)
- ☐ 기도/골도 청력검사의 주파수 검사 범위에 대한 질의: 2021년에 1건

(1/64, 1.56%)

- ☐ 청력역치의 기초검사방법에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 차폐음 제시 횟수 및 플래토우(plateau)의 기본 설명에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 판정평가기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 1,2차 검진 기관과 시기가 다를 경우에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 고막운동성검사 결과의 반영에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 재검 및 배치 전 6000 Hz 등의 검사기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 판정가이드의 강화된 D₁기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 8 kHz 추가 검사 및 K2B 보고에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 문진의 내용에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 기관평가와 정도관리 평가의 다른 점에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 소음성 난청판정 가이드에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 8000 Hz 검사 실시에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 귀 장애판정 경우 진행에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

- ☐ 차폐해야 하는 귀에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 특수건강 진단 주기에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 특수건강 검사 주기에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 1, 2차 검사 불일치에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 2차 검진을 위한 특수건강검진문진표에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 1차 문진 검사 순서에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 수검자 검진기간 1, 2차 동일하지 않은 경우에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 방문평가 신청기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 음향보정점검 시기, 자격에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 배치 전 청력검사는 2차 정밀 청력검사 실시에 관련한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 문진의 내용에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 청력도의 흑백(컬러)여부에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)



[그림 III-1] 근로자 건강진단청력검사 관련 그림

IV. 요약 및 결론



IV. 요약 및 결론

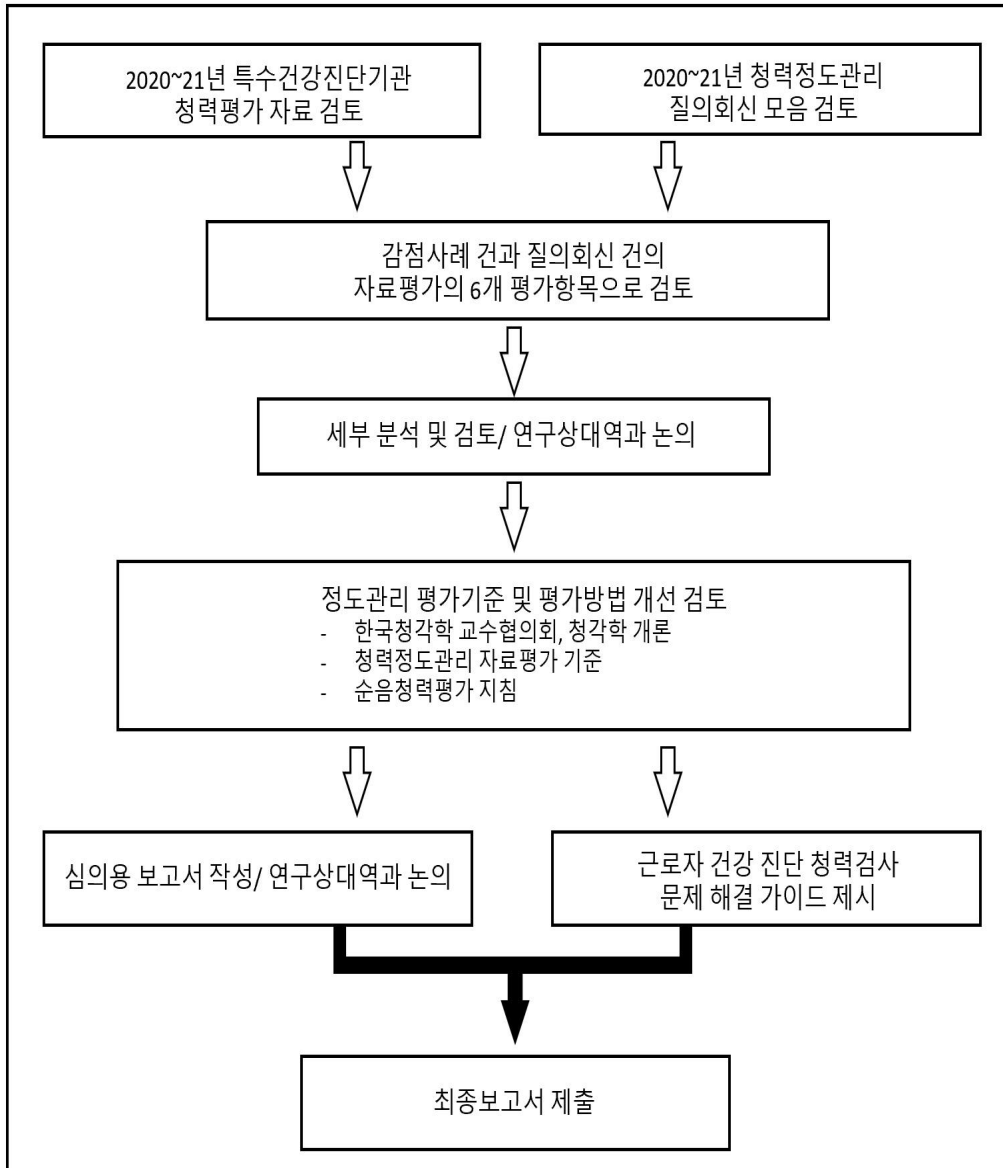
전 세계적으로 직업성 난청의 효율적 관리를 위해서 조기 발견이 필요한데 이는 정확한 청력검사를 통해서만 가능하다(Mahalkar, Kumar, & Singhal, 2022). 우리나라에서도 이러한 내용을 인지하고 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원에서 지속적인 교육을 통해 소음노출 근로자가 효율적으로 평가받을 수 있는 정확한 근로자의 청력검사방법을 제시하고 있으나 검사방법이 쉽지 않고 혼란스러운 부분이 있어 부적합사례가 발생하고 문제해결을 위한 질의도 많은 실정이다. 더욱이 소음성난청 진단이 최근 해마다 증가하고 있고 소음노출로 인한 업무상 질병자 수도 증가하고 있어, 2020년 전체 근로자의 직업병 중 소음성난청은 90%로 전체 근로자 직업병 중 대부분을 차지하고 있다(고용노동부, 2021).

따라서 본 연구를 통해 특수건강진단 청력검사의 부적합사례를 분석하고, 이를 통해 문제해결 가이드를 개발하여 특수건강진단기관의 청력검사의 신뢰성과 효율성을 높이하고자 하였다.

2020년 103개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3136건 중 감점사례인 80건(2.55%)과 2021년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 115개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3417건 중 감점사례인 508건(14.87%) 등 총 6553건 중 감점사례인 588건(8.97%)을 재검토 하였다. 또한 2020년과 2021년의 청력정도관리 질의회신 자료 49례와 64례 총 113례를 재검토 하였다.

검토 결과 나타난 부적합 사례를 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 적정성, 주파수별 기도 및 골도 검사 실시 적정성, 기도 및 골도 청력역치의 적정성, 기도와 골도의 적정한 음차폐 검사, 난청의 유형에 따른 A, C₁, C₂, D₁, D₂ 판정의 적정성, 최근 2년간 연 1회 이상 음향보정 점검 실시 여부로 부적합 사례 빈도수와 부적합 원인 등을 분석하였다. 질의 회신 자료 내용을 분석

하여 특성을 포착하고 핵심정보를 정리하여 구체적인 내용을 차후 활용이 가능하도록 정리하였다.



[그림 VI-1] 근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발연구 흐름도

1. 자료평가의 6개 평가항목별 검토

1) 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료와 질의 회신 검토

(1) 2020년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 103개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3136건 중 감점사례인 80건(2.55%)과 2021년 정기청력정도관리 자료평가를 위해 115개 특수건강진단기관에서 제출한 자료 3417건 중 감점사례인 508건(14.87%) 등 총 6553건 중 감점사례인 588건(8.97%)을 재검토 하였다.

(2) 2020년과 2021년의 청력정도관리 질의회신 자료 49례와 64례 총 113례를 재검토 하였다.

2) 자료평가의 6개 평가항목

2020~2021 정기청력정도관리 자료평가 총 588건과 청력정도관리 질의회신 자료 총 113례를 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 자료 평가 6개의 평가항목으로 검토한 결과를 비교 분석하였을 때 차폐 관련한 감점사례와 질의 비율이 가장 많았는데 그 중 골도 차폐의 감점사례와 질의가 대부분이었다. 그 다음으로 판정의 적정성, 주파수별 기도 및 골도 청력검사 실시 여부, 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 여부 등의 순으로 근로자 건강진단 청력검사 부적합 사례가 나타난 것으로 분석되었다.

(1) 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 적정성

1차 검사에서 2 kHz 30 dB이상, 3 kHz 40 dB이상, 4 kHz 40 dB이상일 경우, 2차 건강진단 대상이다. 그러나 해당경우에 2차 검사를 실시하지 않은

경우는 2020년에는 0건이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 66건(66/3417, 1.93%)이었다. 따라서 2020년과 2021년의 자료평가 총 6553건 중 해당 항목의 감점사례는 66건(66/6553, 1.01%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 적정성에 대한 질의는 2020년과 2021년에 3건(3/49, 6.12%)과 1건(1/64, 1.56%)으로 총 4건(4/113, 3.53%)이었다. 2차 건강진단 대상이나 이 내용이 명시된 지침이나 안내 등 검사자가 참조할 자료제시가 필요할 것으로 생각한다.

(2) 주파수별 기도 및 골도 검사 실시 적정성

2020년과 2021년의 자료평가 총 6553건 중 28건(0.43%), 감점사례 총 588건 중 28건(4.76%)이었고 질의 회신 자료모음에서 총 5건(5/113, 4.42%)의 질의가 있었다. 2차 건강검진 검사에서 기도 청력검사는 0.5, 1, 2, 4, 6 kHz 주파수에서 검사를 실시하여야한다. 기도 청력검사상 역치가 20 dB이상인 경우 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도 청력 0.5, 1, 2, 4 kHz주파수에서 시행하여야한다. 6 kHz는 골도 청력 신뢰도가 떨어져서 역치를 구할 수 없으므로 골도 청력검사 주파수에 포함되지 않는다. 질의 회신의 자료에서는 세부분석에서도 내용은 조금씩 다르지만 청력검사의 주파수와 8,000 Hz 검사에 대한 문의로 분류되는 건이 4건(3.54%) 있었다.

순음청력검사에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-56-2021의 6.4 기도 청력 검사 방법과 6.5의 골도청력검사방법을 통해 검사하여야 할 주파수는 안내가 되어 있는 내용에 “기도 청력검사 역치가 20 dB이상인 경우하여 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도청력검사는 0.5, 1, 2, 4 kHz 주파수에서 시행하여야한다.”는 찾을 수 없었다. 또한 6.4.2의 정밀청력검사

섹션에서 “(4) 주파수는 1,000 Hz부터 시작해서 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz의 순으로 검사하고 1,000 Hz에서 재검사를 한 후 500 Hz, 250 Hz의 순으로 한다.”로 규정하여 일반적으로 검사하는 8000 Hz 주파수는 검사주파수에 포함되지 않았고 6.7의 청력도 작성방법에서는 8000 Hz가 포함되어 있어 혼돈의 여지가 있었다.

기도 및 골도 청력검사의 해당 주파수범위에 대한 한국산업안전보건공단 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)의 안내에 기도 청력검사의 범위가 250~6,000 Hz로 되어 있는데 소음성 난청의 패턴인 노치를 확인하기 위해서 6,000 Hz까지만 검사해도 검사내용을 확인하기에는 충분하다. 그러나 다음 세 가지 이유로 8,000 Hz의 검사정보를 포함하기를 권고한다. 첫 번째, 순음청력검사 지침의 청력도 작성방법이나 청력검사지 예시에는 8,000 Hz가 포함되어 있어 6,000 Hz까지 검사를 시행하도록 안내하면 혼돈의 가능성이 있다. 두 번째, 전 세계적으로 사용하는 표준청력도에 8,000 Hz가 포함되어 있다. 세 번째, 해외의 소음성 난청진단에 8,000 Hz가 포함되어 있는 자료를 확인할 수 있다 (Moore, Lowe, & Cox, 2022). 따라서 소음성 난청 판정을 위해 6,000 Hz의 정보를 잘 파악할 수 있도록 소음성 난청의 판정과 그 패턴 확인을 위해 더 넓은 주파수 범위를 확인하여야 하므로 8,000 Hz의 정보가 필요하다.

(3) 기도 및 골도 청력역치의 적정성

2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 47건(0.72%), 감점사례 총 588건 중 47건(7.99%)이었다. 기도 청력검사의 해부적 부위는 외이, 중이, 내이, 중추신경계, 청각피질분야 등 모든 청각기관을 포함한다. 그러나 골도 청력은 외이와 중이의 해부적 부위를 건너뛰어 내이를 직접 자극하게 되어 내이, 중추신경계, 청각피질분야의 기능만을 검사한다. 따라서 기도 청력검사에 해당하는 전체 청각계의 해부적 부위를 검사하고, 골도 청력

그 중 일부만 검사하게 되어 골도 청력은 기도보다 더 나쁠 수 없고 항상 기도 청력과 같거나 더 좋아야 한다. 그래서 기도와 골도의 청력 역치가 이론적으로 불가능하게 차이가 난 경우, 즉 기도 청력이 골도 청력보다 5 dB 이상 더 좋게 나타난 경우는 부적합 판정을 하고 있다.

이러한 검사 상 부적절한 결과로 나타나는 발생원인은 다음 네 가지로 추정할 수 있다.

- ① 청력검사기의 출력변환기나 검사기의 기능이다. 청력검사기의 기종이나 모델은 기관마다 조금씩 다르고 사용 기간에 따른 노후정도도 다르다. 따라서 음향보정을 실시해도 기도 청력이 골도 청력보다 5~10 dB 정도 좋게 나타날 수 있다.
- ② 골도진동체의 부착위치이다. 골도 진동체의 부착 위치는 검사자와 피검자마다 조금씩 다를 수 있는데 골도 진동체는 그 부착위치에 따라 민감도가 달라진다. 따라서 골도진동체를 와우와 좀 먼 곳에 부착하게 되면 기도보다 골도가 더 나쁜 청력으로 나타날 수도 있다.
- ③ 검사자의 미숙한 검사 안내이다. 골도 청력검사 시 피검자가 듣는 소리는 같은 강도의 기도 청력 소리보다 더 작게 들린다. 경험이 많은 검사자라면 아무리 작은 소리도 집중해서 듣도록 골도 청력검사 시 강조하여 적절한 골도청력역치를 찾을 수 있을 것이다.
- ④ 피검자 개인의 집중도와 민감도이다. 개인의 민감도는 다양한데 특히 골도 청력의 민감도 범위는 더 다양하여 골도청력은 개인에 따라 더 넓은 범위의 차이를 보인다. 이러한 차이는 집중도와도 상관이 있는데 보통 기도 청력검사를 먼저하고 골도 청력검사를 실시하므로 집중도를 얼마나 유지할 수 있는 지에 따라 5~10 dB 정도의 차이를 보인다.

상기 네 가지의 이유로 일반적으로 기도 청력역치가 더 좋거나 나쁘거나와 상관없이 기도와 골도의 청력 역치차이가 10 dB까지는 실질적인 차이로 생각하지 않는 것이 일반적이어서 기도와 골도의 10 dB 정도 차이는 허용한다.

이는 골도청력이 더 좋은 전음성 난청에서 기도 골도 청력 역치 차이(air bone conduction gap, ABG)를 15 dB부터 인정하는 이유이기도 하다. 거꾸로 이론상 골도 청력이 기도 청력보다 더 나쁠 수 없지만 10 dB 범위까지의 차이는 청력검사결과가 부정적하다고는 할 수 없다. 따라서 이 평가항목은 삭제하거나 15 dB 이상의 차이로 바꾸거나 할 것을 권고한다.

이와 관련하여 차폐 실시 전 양 귀의 골도 역치가 10 dB을 초과하는 경우도 함께 생각해 볼 수 있다. 오른쪽과 왼쪽에 골도 진동체를 따로 따로 부착하여 측정하여도 이간감쇠값이 0 dB이므로 좋은 골도값이 역치로 나타나야 하지만 골도 진동체의 부착위치 등 상기 네 가지 이유로 10 dB 이내의 차폐 전 양 귀 골도청력 차이는 문제가 되지 않는다. 그러나 감점사례는 아니었으나 양귀의 골도 청력 역치가 10 dB을 초과하여 차이가 나는 경우는 2020~2021년에 총 16건으로 2.72%(16/588)이었다. 발생원인은 상기 네 가지 이유로 같을 수 있으나 해결책으로는 청각검사 원리의 이간감쇠값이 0 dB인 골도 청력검사관련 교육이나 이미 순음청력검사지침에 포함된 이 내용을 구체화하고 강조하는 방법을 권고한다.

(4) 적절한 음차폐 검사

질의 회신 자료모음에서 기도 및 골도 청력검사 차폐공식에 대한 질의는 2020년과 2021년에 총 5건(5/113, 4.42%)이었다. 가) 적절한 기도 음차폐 검사와 관련한 감점사례는 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 62건(0.95%), 감점사례 총 588건 중 62건(10.54%)이었고 질의 회신 자료모음에서 총 5건(5/113, 4.42%)의 질의가 있었다. 나) 적절한 골도 음차폐 검사감점사례는 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 270건(4.12%), 감점 사례 총 588건 중 270건(45.92%)이었고, 질의 회신 자료모음에 총 23건(23/113, 20.35%)의 질의가 있었다.

여러 평가와 질의 영역 중 가장 많은 부분을 차지하는 음차폐 검사에 대한 내용은 이해 부족과 영어 용어에 대해 혼돈이 있는 것으로 생각된다. 질의 회

신의 세부분석에서 차폐관련 질의 내용은 구체적으로 플래토우의 이해, 차폐 제시 횟수, presentation level과 같은 용어에 대한 내용들이 있었다. 이를 미루어 볼 때, 차폐에 대한 근본적인 이해를 도울 수 있는 방법이 모색되어야 한다. 더불어 영어나 약어사용을 감소시키고, 차폐에 대한 전반적 이해를 향상시키기 위해 차폐의 정의, 차폐공식, 차폐방식인 플래토우, 저차폐, 과차폐, 차폐딜레마에 대한 설명이 강화되어야 할 것으로 생각한다. 교육 및 실습을 통해 이러한 설명이 이루어지고 있지만 짧은 시간에 이해하기 어려운 부분도 있어 차폐관련 교육시간이나 실습시간을 증가시키거나 특별 차폐교육 및 실습시간이 이론과 함께 이루어진다면 효율적일 것이다. 내용도 어려울 뿐 아니라 관련 용어와 관련 영어 약자의 이해도 쉽지 않은 것으로 파악되어 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56 -2021)에서 사용하는 용어와 교육 및 실습에서 사용하는 용어와 공식을 통일하고 되도록 국문을 사용하여 검사자의 이해를 향상시키도록 해야 할 것으로 생각한다.

(5) 난청의 유형에 따른 A, C₁, C₂, D₁, D₂ 판정의 적정성

청력도 판정과 결과서 판정이 불일치한 경우는 2020년에는 1건으로 1.25%(1/80)비율이었고, 2021년에는 2건으로 0.39%(2/508)비율이었다. 2020~2021의 청력도 판정과 결과서 판정이 불일치한 경우는 총 3건으로 0.59%(3/508)비율이었다. 제시된 난청 유형에 따른 건강관리 구분의 판정이 부적절하여 감점이 된 사례는 2020년에는 전체 3136건 중 51건(1.63%), 감점사례 80건 중 51건(63.75%)이었고, 2021년에는 전체 3417건 중 188건(5.50%), 감점사례 508건 중 188건(37.00%)이었다. 따라서 2020년과 2021년 자료평가 총 6553건 중 239건(3.65%), 감점사례 총 588건 중 239건(40.65%)이었다.

질의 회신 자료모음에서 난청유형에 따른 건강관리 구분에 대한 질의는 2020년과 2021년에 2건(2/49, 4.08%)과 2건(2/64, 3.13%)으로 총

4건(4/113, 3.54%)이었다.

2022년부터 적용될 난청유형에 따른 건강관리 구분의 고려 요소를 모두 포함하면 다음과 같다.

정상청력이면서 고음역에서 청력손실을 보이지 않는 자의 구분은 (A) ①기도 청력수준이 2차 검사 대상 미만인 자, 또는 ②기도역치 삼분법에 대한 청력손실정도가 정상(25 dB 미만)이고 3~4 kHz의 고음역 기도역치가 모두 40 dB 미만인 자이다.

직업성 질병으로 진행될 우려가 있어 추적 검사 등 관찰이 필요한 자인 직업병 요관찰자(C₁)는 ①청력손실이 있고, ②직업력상 소음 노출에 의한 것으로 추정되며, ③D₁에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우이다.

일반질병으로 진행될 우려가 있어 추적관찰이 필요한 자(일반질병 요관찰자(C₂))의 구분은 ①일반질환에 의한 난청이 의심되며, ②D₂에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우이다.

직업성질환의 소견이 있는 자 즉, 직업병 유소견자(D₁)의 구분은 ①순음청력검사상 3~6 kHz의 고음역 중 어느 하나라도 기도역치가 50 dB HL 이상이고, 기도역치 삼분법(500(a), 1000(b), 2000(c)에 대한 청력손실정도로서 (a+b+c)/3 평균) 30 dB HL 이상의 청력손실이 있으며, ②직업력상 소음 노출에 의한 것으로 추정되는 경우이다.

일반질환의 소견이 있는 자 즉, 일반질병 유소견자(D₂)의 구분은 ①일반질환에 의한 난청이 발견되고(예) 청각장애, 만성중이염 등), ②기도역치 삼분법(500(a), 1000(b), 2000(c)에 대한 청력손실정도로서 (a+b+c)/3 평균) 40 dB HL 이상(어음청취에 불편을 초래하는 수준)의 청력손실이 있는 경우이다.

특히 판정에 필요한 검사가 누락 되어 판정에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 판정과 관련된 검사누락 사례로 이경 검사결과를 볼 수 없거나, 중이검사를 누락한 경우, 소음노출 이력을 누락한 경우, 귀 질환 과거 병력을 누락한 경우를 확인할 수 있었다. 따라서 이러한 내용은 청력도를 보

면서 판정할 수 있도록 청력검사지 예시 안으로 제시할 것을 권고한다.

(6) 청력검사기의 일일 기능점검, 음향보정, 정밀 교정 실시 여부

소음노출 근로자의 청력검사방법과 주의점으로 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 청력검사기기의 보정(Calibration)을 강조하였듯이 청력검사기의 보정은 정확한 청력검사를 위해 매우 중요하다. 이에 대해 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)에서 “청력검사기와 교정방법” 섹션을 통해 보정을 기능점검, 음향교정, 정밀교정으로 구분하여 시행하도록 지침으로 안내하고 있다. 또한 자료평가 6개 항목 중 최근 2년간 연 1회 이상 음향보정 점검 실시 여부에 대한 평가가 있어 이러한 내용에 대한 이해가 특수청력검사기관에서 필요할 것으로 생각한다.

기능점검은 사용하는 모든 장비에 대하여 일상적(매일 또는 사용 당일)으로 간략하게 장비의 성능을 확인하도록 별지서식으로 청력검사기 일일 점검표(daily calibration checklist)를 다음 10가지 항목으로 제시하고 있다.

- (1) 이어폰 코드(Earphone cords): 2000 Hz 순음을 50 dB HL에서 점검. 코드의 연결부근을 흔들면서 지직거리는 소리 또는 끊어지는 소리가 없는지 확인.
- (2) 강도(Output levels): 각 주파수에서 30 dB HL로 두 이어폰의 강도가 동일함을 확인.
- (3) 주파수(Frequencies): 60 dB HL에서 250부터 8000 Hz까지 주파수를 변화시킬 때 일정한 변화량을 확인.
- (4) 강도변화(Attenuator): 2000 Hz에서 0~90 dB HL까지 강도를 증가시킬 때, 지직거리는 소리 또는 갑작스런 증가가 없는지 확인.

(5) Interruptor 스위치: 2000 Hz 60 dB HL에서 스위치를 켜고 끌 때 부드럽고 지직거리는 소리가 없는지 확인.

(6) 어음 회로(Speech Circuit): 마이크를 통해 50 dB HL에서 VU meter를 0으로 맞추고 말할 때 청취자가 이어폰의 음질 이상 유무를 확인.

(7) 스피커 강도(Speaker Output): 마이크를 통해 50 dB HL에서 VU meter를 0으로 맞추고 말할 때 청취자가 스피커의 음질 이상 유무를 확인.

(8) 골 진동체(Bone Oscillator): 2000 Hz 순음 50 dB HL에서 음질 이상 유무 확인.

(9) 청력역치 수준이 안정된 사람의 역치 수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 1000 Hz 순음에 대한 역치전이 관찰 (10 dB 이내).

(10) 청력역치 수준이 안정된 사람의 역치 수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 4000 Hz 순음에 대한 역치전이 관찰 (10 dB 이내).

청력검사기의 음향교정 즉, 음향보정은 연 1회 이상 IEC 61672-1또는 그 이상의 성능을 가진 소음 측정기로 실시하여 출력음압레벨이 허용오차 범위에 있는 지 확인하도록 하고 있다. 허용오차는 500~3,000 Hz에서 3 dB, 4,000 Hz에서 4 dB, 6,000과 8,000 Hz에서 5 dB 이내이고 직선성(linear)단위로 검사할 때는 15 dB 이내이어야 한다. 이 허용오차를 벗어날 경우는 정밀교정을 실시하도록 안내하고 있다.

정밀교정은 장비의 심각한 결함이 있거나, 청력검사기에서 발생하는 음압의 오차가 발생하거나, 장비가 명세서대로 작동하지 않는다는 의심이 있을 때, 청력검사기내부의 조절기를 조절하거나 부품을 교체해야 하므로 검사기관에 의뢰하여 정밀교정기록을 요청하고 당해 청력검사기를 폐기할 때까지 보존하도록 안내하고 있다.

질의 회신 자료모음에서 음향보정에 대한 질의는 2020년과 2021년에 2건(2/49, 4.08%)과 0건으로 총 2건(2/113, 1.77%)이었다.

2. 비 감점 대상으로 검사 결과나 판정에 영향을 줄 수 있는 감점 사례 및 질의 내용 세부 분석

1) 2020~2021년 특수건강진단기관 청력평가 자료의 세부분석

(1) 차폐 딜레마로 오판하여 차폐 미실시한 경우는 2020~2021년 총 31건으로 5.27% (31/588)비율이었고, 차폐를 미실시한 330건 중 9.39%(31/330)비율이었다.

(2) 차폐 실시 전 양귀의 골도 역치가 10 dB을 초과하여 차이가 나는 경우는 2020~2021년 총 16건으로 2.72%(16/588)비율이었다.

(3) 차폐를 한 후 골도 청력역치가 차폐하지 않은 골도 청력역치보다 청력이 좋을 경우는 2020~2021년 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

(4) 판정에 필요한 검사를 누락한 경우는 이경이나 중이검사를 누락한 경우 총 249건으로 42.35%(249/588), 소음노출 이력을 누락한 경우는 총 17건으로 2.89%(17/588), 귀질환 과거병력을 누락한 경우 총 66건으로 11.22%(66/588)이었다.

(5) 청력도 결과와 판정이 불일치한 경우는 2020~2021년 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

(6) 골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우는 2020~2021년 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

(7) 청력도 작성 시 기도와 골도 간의 선긋기나 좌우 표기의 색깔이 틀린 경우는 2020~2021년 총 17건으로 2.89%(17/588)비율이었다.

2) 질의회신 모음 자료 중 자료 평가 6개 평가항목으로 분류하기 어려운 자료의 세부 분석

☐ 차폐 딜레마에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 3건(3/64, 4.69%)으로 총 4건(4/113, 3.54%)

☐ 전년도 검사오차범위 및 청력도 수정방법에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

☐ 검사 전 휴식기간에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

☐ 차폐 공식 중 Presentation Level(PL, 신호음 제시 강도)에 대한 이해 부족으로 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

☐ 검사실과 주변의 배경소음에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 1건(1/64, 1.56%)으로 총 2건(2/113, 1.77%)

☐ 종이검사 기록 여부에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

☐ 검사자 전문 범위 및 청력검사 자격직군에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 1건(1/64, 1.56%)으로 총 2건(2/113, 1.77%)

☐ 차폐 불가로 반응 없음(No Response, NR)의 경우 표기방법에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 1건(1/64, 1.56%)으로 총 2건(2/113, 1.77%)

☐ 일일보정과 양식에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

☐ 종이검사 실시여부 및 검사 순서에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64,

1.56%)

☐ 주파수별 청력검사와 보청기 착용 시 검사에 대한 질의: 2021년에 1건 (1/64, 1.56%)

☐ 주파수별(500과 1000 Hz)역치 기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 이전 청력검사와의 불일치성, 15 dB 이상의 차이에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 출장점검 배경소음에 대한 질의: 2021년에 3건(3/64, 4.69%)

☐ 기능보정점검 방법에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 종이검사 정상 수치에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 배경소음 측정기(자체구입)에 대한 질의: 2021년에 2건 (2/64, 3.13%)

☐ 표준청력도에 대한 질의: 2021년에 4건(4/64, 6.25%)

☐ 기도/골도 청력검사의 주파수 검사 범위에 대한 질의: 2021년에 1건 (1/64, 1.56%)

☐ 청력역치의 기초검사방법에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 차폐음 제시 횟수 및 플래토우(plateau)의 기본 설명에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 판정평가기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

☐ 1, 2차 검진 기관과 시기가 다를 경우에 대한 질의: 2021년에 1건 (1/64, 1.56%)

- ☐ 고막운동성검사 결과의 반영에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 재검 및 배치 전 6000 Hz 등의 검사기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 판정가이드의 강화된 D1기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 8 kHz 추가 검사 및 K2B 보고에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 문진의 내용에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 기관평가와 정도관리 평가의 다른 점에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 소음성 난청판정 가이드에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 8000 Hz 검사 실시에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 귀 장애판정 경우 진행에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 차폐해야 하는 귀에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- ☐ 특수건강 진단 주기에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 특수건강 검사 주기에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 1, 2차 검사 불일치에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 2차 검진을 위한 특수건강검진문진표에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)
- ☐ 1차 문진 검사 순서에 대한 질의: 2020년에 1건(1/49, 2.04%)

- 수검자 검진기간 1, 2차 동일하지 않은 경우에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- 방문평가 신청기준에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- 음향보정점검 시기, 자격에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- 배치 전 청력검사는 2차 정밀청력검사에 준하여 실시에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- 문진의 내용에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)
- 청력도의 흑백(컬러)여부에 대한 질의: 2021년에 1건(1/64, 1.56%)

3. 부적합 사례의 해결 방안 제시

1) 차폐문제 관련 해결 방안

가장 감점이 많이 되었고 질의가 많았던 차폐문제 해결 방안으로 차폐에 대한 이론을 좀 더 실질적으로 교육에 포함시키고 차폐관련 교육 시간을 증가시키는 방안을 제안한다. 차폐의 정의, 차폐의 공식, 차폐방식인 플래토우의 이해, 저차폐의 검사사례, 과차폐와 차폐딜레마 등에 대한 이해가 필요하다. 이를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 차폐를 실시하여 참역치를 구하는 대표적인 방식인 플래토우 방법은 “주변소음이 증가하면 역치가 증가한다”는 일반적인 소리강도와 역치사이의 관계에 대한 상식에서 출발하여 주변소음에 해당하는 차폐소음을 점진적으로 5~10 dB 씩 증가시키며 참역치 구간을 구하는 방법이다(Hood, 1960) 따라서 차폐소음을 어느 정도 증가시켜도 소리 듣는 능력이 변화하지 않는 평평

한 구간을 플래토우 구간이라 하며 그때의 역치를 참여치라 할 수 있고, 이렇게 차폐를 통해 참여치를 구하는 방법을 플래토우 방법이라 한다(Katz, 2014; Martin & Clark, 2018). 이러한 참여치를 구하는 차폐의 이론을 이해하기 위해 플래토우 방법에 대한 쉬운 접근으로 구체적 설명을 제시한다.

(2) 차폐공식에 대한 접근성과 일관된 표현이 가능하도록 충분한 예 등을 포함하여 문제 해결 가이드에 제시하고 이러한 내용이 교육에 포함 되도록 위탁기관에 제언하고 동일한 내용을 순음 청력 검사 지침의 개정안에 포함되도록 한다.

현재 검사자가 활용하도록 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-56-2021)에서 공식을 제시하고 있다. 교육 및 실습자료 공식에서 제시되고 있는 비검사귀의 기도 골도 청력 역치차이(non test ear air bone gap, NTEABG)는 실질적인 검사 과정이나 소음성 난청 관련한 검사에서는 거의 사용되지 않는 값이므로 교육 및 실습자료 공식에서 삭제할 것을 권고한다. 이는 비검사귀의 기도 골도 청력 역치차이가 있을 경우로 부연 설명하면 될 것이다.

또한 내용은 일치하고 간단명료하고 국문으로 해석하면 모두 맞는 표현이나 순음청력검사에 관한지침에서 사용하는 표현은 검사자를 위한 위탁 교육과 실습에서 제공되는 교육 및 실습자료와 표현상에 차이가 있고 일반적으로 사용하는 용어는 아니다. 예를 들어, TEACT를 참값이라고 표기하거나 제시된 신호음을 presentation level이라고 기도나 골도 차폐 시 일반적으로 호칭하지는 않는다. Presentation level은 주로 어음검사 차폐 시 간단한 차폐방법을 설명할 때 사용하는 용어이다. 아마도 차폐를 시작한 후 2~3회 자극신호음을 증가시켜도 참여치가 구해지지 않으면 저차폐상황이 되므로 공식을 다시 공식을 적용하여 자극신호음을 구해야하기 때문에 presentation level로 표기한 것 같은데 그렇다 해도 새로 제시하는 신호음은 검사귀의 기도 역치(test ear air conduction duction threshold,

TEACT)를 의미할 수 있는 신호음이다. 물론 차폐소리가 증가해도 변하지 않는다면 차폐 후 역치이지만 차폐 후 밝혀진 역치이전 소리를 전달하는 기도전도 소리라면 검사귀의 기도전도소리를 AC_{TE} (air conduction of test ear)로 사용하기를 권고한다. 차폐가 필요한 경우도 한글로 풀어쓸 것을 권고한다.

그 외 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침에서 정리하였듯이 5~10 dB의 안전값(safety value, SV)을 넣어 유효 차폐범위(effective masking, EM)도 공식보다는 설명으로 전달하면 공식이 단순하여 검사자가 이해하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

〈표 IV-1〉 순음청력검사에 관한 지침과 청력정도관리 위탁 교육 및 실습에서 제공되는 공식

구분		차폐가 필요한 경우	최소 및 최대 차폐수준
순음 청력 검사 지침	기도 차폐 검사	TE ACT - IA $\geq$ NTE ACT 혹은 TE ACT - IA $\geq$ NTE BCT	Min: Presentation level - IA Max: TE ACT (참값) + IA
	골도 차폐 검사	TE ABG $\geq$ 15	Min: Presentation level + OE Max: TE BCT (참값) + IA
교육 및 실습 공식	기도 차폐 검사	A. $\geq$ 40 dB difference b/w TE & NTE B. $\geq$ 40 dB difference b/w TE ACT & NTE BCT	Min: TEACT-40(IA)+NTEABG Max: TEBCT+40(IA) EM: [Min+SV] ~ [Max-SV]
	골도 차폐 검사	>10 dB air-bone gap of TE	Min: TEBCT + NTEABG(or OE 중 더 큰 값) Max: TEBCT + 40(IA) EM: [Min+SV] ~ [Max-SV]

* IA(interaural attenuation): 이간감쇠, Presentation level: 제시된 신호음, TE(test ear): 청력이 나쁜 검사 귀, NTE(non test ear):청력이 좋은 검사귀 반대 귀, ABG(air-bone gap): 기도와 골도 역치 차이, ACT(airconduction threshold): 기도 청력역치, BCT(boneconduction threshold): 골도청력역치, SV(safety value): 안전값, OE(occlusion effect): 폐쇄효과

(3) 저차폐, 과차폐, 차폐 딜레마에 대한 구체적 예 등을 포함하여 이론 및 실습 교육을 실시하고 차폐관련 교육시간이 증가되어 검사자의 전문성을 확보한다.

저차폐의 구체적인 예는 순음청력검사에 관한 지침에 포함시키는 것을 권고한다. 과차폐와 차폐딜레마의 예도 포함시켜야 하지만 소음성난청과 관련하여 과차폐와 차폐딜레마는 거의 발생하지 않는 현상이다. 특히 양측 전음성 난청에서 주로 발생하는 차폐딜레마 현상은 비검사귀의 기도 골도 청력역치 차이(non test ear air bone gap, NTEABG)가 40 dB 이상일 경우 최소 차폐값에 더하게 되고 최대 차폐값은 기존 헤드폰의 이간감쇠값 40 dB을 적용하면 차폐를 할 수 있는 최소와 최대 차폐값의 범위가 거의 없어서 나타나는 현상이다. 연구에 의하면 삽입형 이어폰의 이간감쇠값은 70 dB (Gumus et al.,2016)로 기존 헤드폰의 이간감쇠값보다 30 dB 더 커서 그 만큼의 범위가 발생하여 차폐딜레마를 해결할 수도 있다.

2020~2021년 청력정도관리 자료 평가에서 차폐 딜레마로 오판하여 차폐를 미실시한 경우는 총 31건으로 5.27% (31/588)비율이었고, 차폐를 미실시한 330건 중 9.39%(31/330)비율이었다. 2020년에는 7건으로 8.75%(7/80)비율이었고, 차폐 미실시 67건 중에서는 10.45% (7/67) 비율이었다. 2021년에는 24건으로 4.72%(24/508)비율이었다, 차폐 미실시 263건 중에서는 9.13%(24/263)비율이었다. 2020~2021 질의 회신모음 중에서 차폐 딜레마에 대한 질의는 2020년에 1건(1/49, 2.04%), 2021년에 3건(3/64, 4.69%)으로 총 4건(4/113, 3.54%)이었다.

2) 자료평가 6개 항목 내용의 수정제안

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 자료평가 6개의 평가항목의 수정 제안은 다음과 같다.

(1) 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시 여부

1차 검사에서 2 kHz 30 dB이상, 3 kHz 40 dB이상, 4 kHz 40 dB이상일 경우, 2차 건강진단 대상이다. 이 내용이 순음청력검사에 관한 지침에 포함되기를 권고한다.

(2) 주파수별 기도 및 골도 청력검사 실시 여부

2차 건강검진 검사에서 기도 청력검사는 0.5, 1, 2, 4, 6 kHz 주파수에서 검사를 실시하여야 한다. 또한 기도 청력검사상 역치가 20 dB이상인 경우 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도 청력 0.5, 1, 2, 4 kHz 주파수에서 검사를 시행하여야 한다. 6 kHz는 골도 청력검사에서 신뢰도가 떨어져서 역치를 구할 수 없으므로 골도 청력검사 주파수에 포함되지 않는다. 이 내용이 순음청력검사에 관한 지침에 포함되고 검사주파수의 영역이 8 kHz까지 포함되기를 권고한다.

(3) 기도 및 골도 청력역치의 적정성

기도 청력검사의 해부적 부위는 외이, 중이, 내이, 중추신경계, 청각피질분야 등 모든 청각기관을 포함한다. 또한 골도 청력 외이와 중이의 해부적 부위를 건너뛰어 내이를 직접 자극하게 되어 내이, 중추신경계, 청각피질분야의 기능만을 검사한다. 따라서 기도 청력검사에 해당하는 전체 청각계의 해부적 부위를 검사하고, 골도 청력 그 중 일부만 검사하게 되어 골도 청력은 기도보다 더 나쁠 수 없고 항상 기도 청력과 같거나 더 좋아야 한다. 그러나 다음 네 가지 원인으로 검사 상 약 5~10 dB정도 기도가 골도 청력보다 좋은 역치가 나타날 수 있다.

① 청력검사기의 출력변환기나 검사기의 기능이다. 청력검사기의 기종이나 모델은 기관마다 조금씩 다르고 사용 기간에 따른 노후 정도도 다르다. 따라서 음향보정을 실시해도 기도 청력이 골도 청력보다 5~10 dB정도 좋게 나타날 수 있다.

② 골도진동체의 부착위치이다. 골도 진동체의 부착 위치는 검사자와 피검자마다 조금씩 다를 수 있는데 골도 진동체는 그 부착위치에 따라 민감도가 달라진다. 따라서 골도진동체를 와우와 좀 먼 곳에 부착하게 되면 기도보다 골도가 더 나쁜 청력으로 나타날 수도 있다.

③ 검사자의 미숙한 검사 안내이다. 골도 청력검사 시 피검자가 듣는 소리는 같은 강도의 기도 청력 소리보다 더 작게 들린다. 경험이 많은 검사자라면 아무리 작은 소리도 집중해서 듣도록 골도 청력검사 시 강조하여 적절한 골도청력역치를 찾을 수 있을 것이다.

④ 피검자 개인의 집중도와 민감도이다. 개인의 민감도는 다양한데 특히 골도 청력의 민감도 범위는 더 다양하여 골도청력은 개인에 따라 더 넓은 범위의 차이를 보인다. 이러한 차이는 집중도와도 상관이 있는데 보통 기도 청력검사를 먼저하고 골도 청력검사를 실시하므로 집중도를 얼마나 유지할 수 있는 지에 따라 5~10 dB 정도의 차이를 보인다.

상기 네 가지의 이유로 일반적으로 기도 청력역치가 더 좋거나 나쁘거나와 상관없이 기도와 골도의 청력 역치차이가 10 dB까지는 실질적인 차이로 생각하지 않는 것이 일반적이어서 기도와 골도의 10 dB 정도 차이는 허용한다. 이는 골도청력이 더 좋은 전음성 난청에서 기도 골도 청력 역치 차이(air bone conduction gap, ABG)를 15 dB부터 인정하는 이유이기도 하다. 거꾸로 이론상 골도 청력이 기도 청력보다 더 나쁠 수 없지만 10 dB 범위까지의 차이는 청력검사결과가 부적정하다고는 할 수 없다. 따라서 이 평가 항목은 삭제하거나 15 dB이상의 차이로 바꾸거나 할 것을 권고한다.

(4) 음차폐 검사의 이해

음차폐는 기도 청력과 골도 청력 모두 실시할 수 있지만 각 검사별로 차폐를 실시하는 이유도 다르고 공식도 다르다. 기도와 골도 청력검사 시 차폐를 적절하게 실시하도록 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)에서 공식을 제시하고 있으나

좀 더 보기 쉽고 이해하기 쉽게 한글로 제시한 표를 제시하기를 권고한다. 또한 가중치가 강화 되어 그 중요성이 인정되기를 권고한다.

(5) 판정의 적정성

직업성질병의 소견이 있는 자 즉, 직업병 유소견자(D₁)의 구분에 대한 내용 “①순음청력검사상 3~6 kHz의 고음역 중 어느 하나라도 기도역치가 50 dB HL 이상이고, 기도역치 삼분법(500(a), 1000(b), 2000(c)에 대한 청력손실 정도로서 (a+b+c)/3 평균) 30 dB HL 이상의 청력손실이 있으며, ②직업력상 소음 노출에 의한 것으로 추정되는 경우”가 청력검사지 예시에 포함되기를 권고한다. 또한 주관적 검사인 순음청력검사와 객관적 검사인 고막이나 중이검사의 내용이 청력검사지 예시에 포함되어 한 눈에 주관적 검사와 객관적 검사의 일치도를 확인할 수 있게 되기를 권고한다. 상기의 내용이 정리된 후, 가능하다면 판정의 적정성에 대한 가중치가 약화되기를 권고한다.

(6) 최근 2년간 연1회 이상 음향보정 점검실시여부

이에 대한 수정 권고사항은 없다.

2) 난청의 유형에 따른 판정의 적정성 개선 방안

부적합 사례를 감소시키기 위해 난청의 유형에 따른 A, C₁, C₂, D₁, D₂ 판정의 적정성에 대한 정보의 접근성을 높인다(산업안전보건연구원, 2021). 청력도의 한계를 이해하고 소음성 난청 판정에 대한 권고사항, 청력도의 형태, 직업성 난청 유소견자의 판정 기준, 청력손실의 종류와 기도 골도차의 이해, 이경소견, 중이검사인 팀파노메트리의 결과확인, 중이염 등의 과거 병력이나 소음노출의 시기와 기간, 기초 청력과 최근 청력의 변화 양상 등을 확인할 수 있는 방법을 제시하여야 한다. 이는 소음 노출 근로자건강진단 판정 기준 세부지침 개발(이지호 외, 2019)과 소음노출 근로자 건강진단 판정 가이드에 잘 제시되어 있다. 다만 핵심내용은 청력검사지로 제시하여 청력도를 보고

분석하는데 도움이 되도록 하고 특수 건강 검진 대상자의 청력도로 사용하도록 권고하면 청력도를 보면서 판정에 도움이 되는 핵심내용을 함께 분석하여 판정의 적정성을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

판정의 적정성을 향상시키기 판정에 기본인 위해서 주관적 검사와 객관적 검사의 일치도와 소음관련 업무로 인한 소음성 난청의 특성을 잘 알려진 노치 외에 발생이 거의 불가능한 청력검사상 특성에 대한 이해가 뒷받침 되어야 한다. 더불어 판정가이드의 단순화와 공유화가 필요하다.

(1) 주관적 검사: 순음청력검사의 청력손실의 유형(기/골도 차이)

(2) 객관적 검사: 이경검사, 중이검사 결과(외이와 중이의 정상여부)

(3) 노치 외 소음성 난청의 청력검사상 특징

가) 고주파수(2000과 4000 Hz)의 독립적 전음성 요소의 부적절성

나) 소음성 난청 관련 청력검사의 차폐 딜레마 발생 부적절성

다) 저주파수의 소음성 난청 형태 발생의 부적절성

3) 소음 노출 근로자 건강진단 판정 기준 세부지침 개발에 제시된 소음성 난청 판정의 제언

청력정도관리의 판정 기준이 모호하여 청력판정에 필요한 내용을 정리하였다. 요약하면 청력도의 판정에서 고려해야 할 기본사항은 오디오그램의 형태(descending type, notch), 판정기준(3분법 30 dB, 4 kHz 50 dB), 기도와 골도 청력 역치차이 차(10 dB 이하), 이경 소견(천공, 혼탁) 및 팀파노메트리(A형) 유형, 과거병력(중이염, 균경력 등 직업 외 노출), 변화양상(기초청력과 최근변화) 등으로 정리할 수 있다. 소음노출력이 있는 근로자에게서 청력도를 평가하기 위해 제언된 사항은 다음과 같다.

(1) 형태(descending, notch)

소음성 난청은 적어도 저주파수 영역(0.5-2 kHz)의 청력수준이 고주파수 영역(3-6 kHz)보다 좋아야 한다. 그러나 소음원의 특성에 따라 2-3 kHz에서도 청력손실이 크게 나타날 수 있음을 고려해야 한다. 고주파수 영역에서 소음의 전형적인 notch가 있다면 개연성이 있는 것으로 본다. 6 kHz에서 청력역치가 다른 주파수의 역치보다 높다면 notch의 확인을 위해 8 kHz의 역치를 검사할 필요가 있다.

(2) 판정기준(30 dB, 50 dB)

직업성 난청 유소전자 판정기준은 3분법(0.5, 1, 2 kHz 역치 평균) 30 dB 이상, 4 kHz 50 dB 이상의 기준으로 정해져 있으나, 4 kHz로 국한된 내용을 고주파수 영역에 대한 청력역치(3-6 kHz)를 고려하여 판정할 필요가 있다. 또한 일반질환의 경우 청력역치에 대한 C₂, D₂ 기준이 명확하지 않아 혼란이 있으나 일반적 어음청취수준에 대한 장애기준(serviceable hearing)인 3분법 40 dB 청력을 기준으로 구분할 필요가 있다.

(3) 기도 및 골도 청력역치 차(10 dB 이하)

기도와 골도 차이가 있을 경우 소음성 난청의 판정은 골도의 역치를 기준으로 평가한다. 고주파수 영역의 기도 골도 차이는 연령의 증가와 더불어 증가할 수 있으므로 전형적인 소음성 난청의 양상인 청력도의 경우 고려할 사항이 아니다. 또한 골도 청력수준이 25 dB 이상이고, 10 dB 이상의 기도 골도 차이가 있다면 혼합성 난청으로 판정한다.

(4) 이경 소견(천공, 훈탁)

이경소견이 전음성 난청의 오디오그램과 일치한다면 전음성 내지 혼합성 난청으로 판정하는데 참고자료가 된다. 그러나 이경검사상 정상인 경우에도 전음성 난청의 형태를 보이는 질환이 있음을 고려하여야 한다.

(5) 팀파노메트리(A 형)

중이의 건전성 및 이소골, 고막상태를 파악하는 중요한 검사이며 전음성 난청을 판단하는데 도움이 된다. 만일 오디오그램에서 기도 골도 차이가 있다면 팀파노메트리 검사가 결정적인 역할을 하므로 반드시 실시하여야 한다.

(6) 과거병력(중이염, 군경력 등 직업 외 노출)

문진표의 내용에 모두 포함되어야 할 사항으로 누락이 없어야 한다. 중이염 병력이 있더라도 완치된 경우 청력손실이 없거나 기도 골도 차이가 나타나지 않을 수 있으므로 중이염 병력만으로 전음성 난청 또는 일반질환(C_2 , D_2)의 판정을 내리는 것은 신중을 요한다.

(7) 변화양상(기초 청력과 최근변화)

점진적 청력의 저하가 단기간 내에 발생한 경우 이과적 검사가 필요하므로 의뢰가 필요하다. 또한 청력검사를 실시하고 초기 4-6년간은 학습 효과가 있을 수 있으므로 청력의 향상이 나타난다고 하여 검사가 잘못된 것이 아님을 고려하여야 한다.

4) 청력검사와 청력도 작성에 대한 심층적 이해

청력검사의 신뢰도를 높이고 효율적인 청력검사를 실시할 수 있도록 빈도가 낮은 부적합 사례나 감점 대상은 아니지만 검사 결과나 판정에 영향을 미칠 수 있는 사례 및 질문 내용에 대한 세부분석도 문제 해결 가이드에 포함하여 청력검사에 대한 포괄적인 이해를 유도한다.

청력도 작성 시 오류 사례로는 주파수별 기도와 골도 청력역치 간 선긋기나 오른쪽 귀는 적색, 왼쪽 귀는 청색 표기인 색깔 구분이 틀린 경우가 많았다. 이러한 사례는 2020년에 11건으로 13.75%(11/80)비율이었고, 2021년에 6건으로 1.18%(6/508)비율이었다. 2020~2021의 청력도 작성 시 오류사례는 총 17건으로 2.89%(17/588)비율이었다. 골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우도 있었는데 2020년에는 3건으로 3.75%(3/80)비율이었다고, 이 중 1건은 표기 위치가 잘못된 경우로 확인되었

고, 2021년에는 0건이었다. 2020~2021의 골도 청력역치 및 차폐 후 골도 청력역치 표기가 오류인 경우는 총 3건으로 0.51%(3/588)비율이었다.

이러한 부분도 기본적으로 교육에서 다루는 기초 내용인데 아직 검사에 미숙하거나 경험이 부족한 사례인 것으로 생각되며 건수도 적은 편이라 지속된 교육으로 이해도를 높일 수 있는 부분으로 생각한다.

청력검사나 청력도의 표기 방법을 구체적으로 순음청력검사 지침으로 제시할 것을 권고한다. 차폐실시 전 양귀 골도 청력 차이가 있거나, 차폐를 한 후 골도 청력 역치가 차폐를 한 골도 청력보다 좋거나, 차폐전후의 골도 청력의 기호 표기 오류, 주파수별 기도 청력 역치를 선으로 잇는 방법, 등 청력검사와 청력도 작성에 대한 심층적 이해가 필요할 것으로 생각한다. 표준적 청력검사와 청력도는 국제 표준규격(ISO 8253-1, 2010)의 Acoustics-Audiometric test methods-Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry를 참조하기를 권고한다.

5) 검사결과나 판정에 영향을 미칠 수 있는 세부내용 분석으로 현실적 질의 경향 파악과 정보 접근성 개선

2020년~2021년 질의회신 모음 자료 중 자료평가 6개 항목으로 분류하기 어려운 자료를 세부 분석하였다. 청력검사의 주파수 범위, 차폐공식과 용어에 대한 이해부족, 검사실 주변의 배경소음, 중이검사 혹은 고막운동성 검사에 대한 기록이나 결과 반영에 대한 이해, 검사자 전문범위 및 청력검사직업군의 자격관련 내용, 일일 기능점검, 음향보정 점검, 청력검사 기초내용과 청력도 작성, 판정 평가 기준, 1, 2차 검진 기관과 시기가 다른 경우, 기관평가와 정도관리 평가의 다른 점 등 매우 다양한 질의회신 내용이 있었다. 현실적인 질의 내용은 검사자들이 정보내용 접근이 용이하지 않다는 것을 알 수 있었다. 이러한 점은 제시하고자 하는 지침내용을 잘 홍보하여 알고자 하는 검사들이 확인할 수 있도록 하여야 하겠다.

6) 소음성 난청관련 청력검사 집중교육

청력검사는 전문성이 필요하고 쉽지 않은 과정이다. 특별히 차폐영역은 원리가 복잡하고 전공자조차도 제대로 검사하기 위해 경험이 필요한 부분이다. 소음성 난청은 주로 감각신경성 난청이 전음성 난청이나 혼합성 난청이 아니다. 소음성 난청의 청각손실 형태를 이해하고 검사결과의 패턴을 파악하고 있으면 차폐검사의 패턴도 비교적 쉽게 교육할 수 있다. 예를 들면 양측 중고도 이상의 전음성 난청에서 발생하는 차폐 딜레마는 소음성 난청과 관련이 거의 없고 과차폐도 흔히 발생하는 패턴이 아니다. 주관적 검사인 순음청력검사와 객관적인 이경이나 중이검사의 내용의 일치성을 확인하고 소음성 난청의 일반적인 패턴인 고주파수성 감각신경성 난청으로 나타날 확률이 높은 소음노출 경력 등을 알고 있으면 나타날 청력도의 형태를 미리 예측할 수 있다. 복잡한 검사의 원리 이론을 모두 파악하기 보다는 소음성 난청 관련 내용을 중점적으로 간단하게 검사할 수 있도록 교육하도록 권고한다. 소음성 난청의 패턴에서 벗어날 수 있는 요인인 중이염이나 소음 노출의 경력 등도 참조하기를 권고한다.

7) 소음노출사업장의 소음 노출 감소 방안

우리나라는 2020년도 근로자 건강진단 실시결과에서 특수건강진단 직업병 요관찰자(C₁) 및 유소견자(D₁)의 여러 가지 원인 중 소음성난청은 14만 9,179명(90.0%)로 전체 근로자의 직업병 중 대부분을 차지했다(고용노동부, 2021). 소음노출은 근로자의 연령인 근무기간과 더불어 청력역치의 악화와 난청 발생에 가장 크게 영향을 미치는 요인이다. 우리나라의 소음 노출기준은 8시간 90 dBA로 규정되어 있어 노출기준 초과율도 직업성 유해인자에 비해 높은 편이다(김규상, 2020). 그러나 2002년부터 2005년까지 작업환경 측정자료 분석결과로 나타난 전체소음측정 평균값인 84.98 dBA로 청력에 영향을 미치는 수준인 80 dBA를 초과하고 있다. 따라서 대다수의 근로자가 청력에 영향을 주는 소음에 노출되고 있어 소음성 난청 예방을 위한 효과적이고 지속

적인 소음저감 대책이 마련되어야 한다. 소음성 난청의 원인인 작업장의 소음 환경이 개선되면 소음으로 인한 소음성 난청 수가 적어지고 그에 따른 검사 오류나 부적합 사례도 감소할 것이다.

4. 근로자 건강진단 청력검사 문제 해결 가이드 제시

모든 검토 자료를 통해 빈번히 발생하는 부적합 사례, 부적합 원인, 질의내용 등을 분석하여 문제 발생의 특성을 포착하고 핵심정보를 정리하여 구체적인 내용을 차후 활용이 가능하도록 근로자 건강진단 청력검사의 문제 해결 가이드를 부록 I 로 제시하였다.

5. 순음청력검사에 관한 지침 수정제안

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)은 매우 잘 된 지침으로 의미나 내용을 수정할 필요는 없다. 본 연구를 통해 좀 더 쉽게 이해할 수 있고 국제적 표준에 맞도록 용어나 검사의 주파수 범위, 차폐방법의 좀 더 쉬운 표기법, 청력도에 새로운 판정 가이드내용 등을 포함한 몇 가지의 수정을 아래와 같이 제안한다.

1) 3. 용어의 정의/(1)/(바)

- ☐ 변경 전 내용: “교정 청력검사기(calibrated audiometer)”란 ~
- ☐ 변경 후 내용: ”**보정** 청력검사기(calibrated audiometer)”란 ~

- 사유: calibrate 나 calibration의 정확한 의미를 전달하기 위해서 ‘교정’보다 ‘보정’으로 수정을 제안함.

2) 4. 청력검사기와 교정 방법

- 변경 전 내용: 4. 청력검사기와 교정 방법
- 변경 후 내용: 4. 청력검사기와 **보정** 방법
- 사유: 1)과 동일한 사유로 수정 제안함.

3) 4.2 교정 방법

- 변경 전 내용: 4.2 교정 방법 - 청력검사기기의 교정은 기능점검, 음향보정, 정밀교정 점검으로 구분하여 시행한다.
- 변경 후 내용: 4.2 **보정** 방법 - 청력검사기기의 **보정**은 기능점검, 음향**보정**, 정밀교정으로 구분하여 시행한다.
- 사유: 1)과 동일한 사유로 수정을 제안함, 정밀교정 뒤 ‘점검’이라는 용어를 삭제하면 문장이 이해가 더 잘 될 것 같아 수정 제안함.

4) 4.2.2 음향 교정

- 변경 전 내용: 4.2.2 음향 교정
- 변경 후 내용: 4.2.2 음향 **보정**

□ 사유: 1)과 동일한 사유로 수정을 제안함.

5) 4.2.3 정밀교정

□ 변경 전 내용: 4.2.3 (1) ~장비가 명세서대로 작동하지 않는다는 의심이 있을 때 또는 음향교정에서 15 dB 이상 차이가 발생하는 경우에 실시한다.

□ 변경 후 내용: 4.2.3 (1) ~장비가 명세서대로 작동하지 않는다는 의심이 있을 때 또는 음향**보정**에서 15 dB 이상 차이가 발생하는 경우에 실시한다.

□ 사유: 1)과 동일한 사유로 수정을 제안함.

6) 4.3 보정 기록 - (1)

□ 변경 전 내용: (1) 기능점검과 음향교정에 대한 ~

□ 변경 후 내용: (1) 기능점검과 음향**보정**에 대한 ~

□ 사유: 1)과 동일한 사유로 수정을 제안함.

7) 6.4.2 정밀청력검사

□ 변경 전 내용: 내용 없음

□ 변경 후 삽입 내용: **선별청력검사(1차 소음특수건강진단) 실시**

후 2,000 Hz 30 dB 이상, 3,000 Hz 40 dB 이상, 4,000 Hz 40 dB 이상으로 어느 한 주파수에서라도 나타나면 정밀청력검사(2차 소음 특수건강진단)를 실시하여야 한다.

□ 사유: 정밀청력검사(2차 소음특수건강진단)를 실시하는 경우를 기술하여 검사 기관에서 명확한 검사기준을 확인할 수 있어 위 문구를 삽입할 것을 제안함.

8) 6.4.2 정밀청력검사 - (4)

□ 변경 전 내용: (4) 주파수는 1,000 Hz부터 시작해서 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz의 순으로 검사

□ 변경 후 내용: (4) 주파수는 1,000 Hz부터 시작해서 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz, 8,000 Hz의 순으로 검사

□ 사유: 직업성 난청으로 인한 청력검사에서 8,000 Hz의 검사는 필수적이므로 수정을 제안함.

9) 6.5 골도 청력검사 방법

□ 변경 전 내용: 내용 없음

□ 변경 후 삽입 내용: 기도 청력검사 역치가 20 dB이상이어서 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도청력검사를 실시한다.

- 사유: 골도청력검사를 실시하는 경우를 검사기관과 검사자라 확인 할 수 있도록 수정을 제안함.

10) 6.6.1 기도 청력검사 차폐 - (4)

- 변경 전 내용: (4) 최소 유효차폐수준을 결정한다. 검사 귀에 제시한 소리가 비검사 귀로 전달된 경우 전달된 소리보다 10 dB (안전값, safety value) 가량 더 큰 소리를 차폐소음으로 제시하면서 동시에 검사 귀에는 검사 신호음을 제시한다 <표3>. (단, 안전값은 5~15 dB를 제시할 수 있다.)

- 변경 후 내용: (4) 최소 유효차폐수준을 결정한다. **검사 귀에 제시한 소리가 비검사 귀로 전달된 경우 전달된 소리보다 5~10 dB 안전값(safety value, SV)을 더한 큰 소리를 차폐소음으로 제시하면서 동시에 검사 귀에는 검사신호음을 제시한다. 최대차폐수준은 안전값을 뺀다. 그러나 일반적으로 검사를 진행할 수 없을 만큼 차폐범위가 크지 않으면, 최대유효 차폐수준은 안전값을 계산하지 않아도 된다.**

- 사유: 안전값의 범위를 너무 크게 하지 않고 5~10 dB로 정의하면 유동성의 범위가 줄고 최대값을 굳이 넣지 않아도 검사에 지장이 없음을 설명한다면 이해가 더 용이하고 차폐공식과 과정이 간소화 될 수 있어서 수정을 제안함.

11) 6.6.1 기도 청력검사 차폐와 6.6.2 골도 청력검사 - (6)

- 변경 전 내용: (6) 만약 검사 귀로 검사 신호음을 들었다고 반응

하면 차폐소음의 레벨을 5 dB 상승한다. 만약 검사 귀로 소리를 듣지 못하면 검사 신호음을 5 dB 씩 연속으로 증가하여 15 dB이상 증가하였음에도 불구하고 (최소 15 dB의 차폐음 증가 필요) 검사 귀에 제시한 동일 강도의 신호음을 연속하여 모두 들었다고 반응하였다면 참 역치로 결정한다.

□ 변경 후 내용: (6) 차폐소음을 들으면서도 검사 귀에 제시한 신호음을 들으면 차폐소음의 강도를 5~10 dB 상승한다. 이렇게 차폐소음을 5~10 dB 씩 연속적으로 2~3회 증가하여도 검사 귀에 제시한 신호음을 같은 강도에서 계속 들으면 참역치이다. 만약 차폐소음을 제시할 때 검사귀로 신호음을 듣지 못하면 검사 신호음을 5 dB씩 들을 때까지 상승한다. 기도 차폐의 경우, 최소와 최대 차폐 범위는 -40 dB 과 +40 dB이므로 언제나 80 dB이 확보되어 넉넉하다. 따라서 차폐소음을 10 dB씩 3회 증가시켜 참역치를 구할 수 있다(부록 3] 플래토우의 이해).

□ 사유: 플래토우 방법에 근거하여 차폐소음을 5나 10 dB로 2~3회 정도 증가할 경우 참역치를 확인할 수 있는 방법을 설명하는 내용으로 수정을 제안함. 부록으로 플래토우내용을 설명함.

12) 6.6.1 기도 청력검사 차폐와 6.6.2 골도 청력검사- (7)

□ 변경 전 내용: (7) 차폐 후 역치 표기는 다음과 같다. 청력도에 차폐 후 기도 역치를 차폐 전 기도역치와 함께 기입한다. ~

□ 변경 후 내용: (7) 차폐 후 역치표기는 다음과 같다. 차폐 전 기도(골도)역치를 기입한 청력도에 차폐 후 기도(골도)역치를 표기한

다. 차폐 전 기도(골도)역치는 [부록 7]의 청력검사지 예시에 제시
한대로 차폐범위와 함께 기입한다. ~

□ 사유: 차폐는 검사귀의 참여치를 찾기 위해 실시하므로, 차폐 전
역치표기는 차폐범위와 함께 기록하고 청력도에는 차폐 후 역치만
기호로 표시할 수 있어야 전체 청력도를 이해하고 판정하는데 용이
하므로 수정을 제안함.

13) 6.6.1 기도 청력검사 차폐 - (8)

□ 변경 전 내용: (8)~기도차폐에서 우측 귀가 청력이 나쁜 귀(검사
귀)였고 좌측 귀가 청력이 좋은 비검사 귀였다면 차폐음 범위는 실
제로 차폐음을 제시한 좌측 귀의 범위 기입란에 수치를 기입한다.

□ 변경 후 내용: (8)~기도차폐에서 우측 귀가 청력이 나쁜 귀(검사
귀)였고 좌측 귀가 청력이 좋은 비 검사 귀였다면 차폐음 범위는 실
제로 차폐음을 제시한 좌측 **귀, 즉 차폐귀에** 차폐 범위를 기입한다.

□ 사유: 차폐귀의 차폐범위를 기입하는 것을 명확히 하기 위하여 수
정을 제안함.

14) 6.6.1 기도 청력검사 차폐와-(9)

□ 변경 전 내용: (9) 저강도의 차폐음을 비검사 귀에 제시한 경우
비검사 귀에서 검사 귀에 제시한 소리를 여전히 듣고 대신 반응할
수 있다. 이러한 경우 저차폐(undermasking)가 발생하였다고 한다.
반대로 고강도의 차폐음을 비검사 귀에 제시한 경우 그 소리가 비검
사 귀에서 검사 귀로 전달되어 검사 귀가 신호음을 듣는 것을 방해

할 수 있다. 이러한 경우 과차폐(overmasking)가 발생하였다고 한다. 위에서 설명한 저차폐 혹은 과차폐가 발생하면 차폐소음을 주었다 하더라도 검사 귀의 참 역치를 제대로 구할 수 없다.

□ 변경 후 내용: 기도와 골도 차폐 섹션에서 모두 삭제함. 차폐공식과 관련된 내용이고 기도와 골도에 모두 해당되는 내용이므로 6.6.3 차폐공식을 재구성하고 수정 보완하여 내용을 추가함

15) 6.6.2 골도 청력검사

□ 변경 전 내용: 골도 청력검사

□ 변경 후 내용: 골도 청력검사 **차폐**

□ 사유: 제목에 ‘차폐’라는 용어를 넣어 내용을 명확히 하기 위해 수정을 제안함.

16) 6.6.2 골도 청력검사 - (9)/(10)

□ 변경 전 내용: (9) 주의할 점은 다음과 같다. 기도차폐와 마찬가지로 골도 차폐 시 저차폐 혹은 과차폐가 발생하지 않았는지 확인해야 한다. 특히 양이 모두 전음성 난청을 가진 경우 헤드폰 사용 시 과차폐의 가능성이 있다. (10) 폐쇄 효과는 골도 검사 시 반대 측 귀를 차폐할 때 이어폰 때문에 음압이 증가되어 더 잘 듣게 되는 현상으로 주파수별 증가하는 음압은 다음 <표 4>와 같다.

□ 변경 후 내용: 삭제하고 6.6.3 차폐공식으로 재구성함

- 사유: 차폐공식과 관련된 내용이므로 6.6.3 차폐공식을 재구성하고 수정 보완하여 내용을 추가함

17) 6.6.3 차폐공식

- 변경 전 내용: 공식, 저차폐, 과차폐, 차폐 딜레마 내용이 구체적으로 제시되어 있지 않음.
- 변경 후 삽입 내용: 공식을 국문으로 표기하고 내용을 첨부하여 섹션을 삽입함.

<표 4> 주파수별 폐쇄 효과에 의해 증가하는 음압 수준

주파수(Hz)	250	500	1,000	2,000 이상
헤드폰	15	15	10	0

(1) 폐쇄 효과는 골도검사 시 반대측 귀를 차폐할 때 이어폰 때문에 음압이 증가되어 더 잘 듣게 되는 현상으로 주파수별 증가하는 음압은 다음 <표 4>와 같다.

(2) 저차폐 (undermasking)는 차폐음 강도가 너무 낮아 검사귀(청력이 나쁜 귀)에 제시한 소리가 여전히 비검사귀(청력이 좋은 귀)에 전달되어 차폐가 되지 않는 경우이다. 보통 차폐소음을 제시하면서 신호음을 제시할 때 소리를 듣지 못해 신호음 제시강도(presentation level, PL)을 3회 정도 상승하면 변화된 신호음 제시강도는 저차폐 수준의 경계값, 즉 반대편 좋은 귀를 자극할 수 있는 값이 된다. 따라서 이 때 3회 정도 5 dB씩 상승하면 변화된 신호음 제시강도로 최소와 최

대차폐수준을 다시 계산하여야 한다. 이러한 저차폐수준에서는 그대로 진행하거나 다시 계산할 수 있지만 3회를 초과하여 신호음을 상승하면 반드시 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 저차폐가 되지 않도록 하여야 한다([부록5]기도차폐 -저차폐의 예(1)/(2)).

〈표 3〉 기도 및 골도차폐의 필요와 최소 최대차폐강도수준 (안)

	차폐가 필요한 경우	최소 및 최대 차폐강도수준
기도 차폐 검사	①양귀의 기도 역치 차이가 40 dB이상 ②검사귀 기도 역치와 비검사귀의 골도 역치가 40 dB 이상	◦최소차폐수준: $PL - IA$ ◦최대차폐수준: $PL + IA$
골도 차폐 검사	◦검사귀의 기도골도역치차이가 15dB 이상	◦최소차폐수준: $PL + OE$ ◦최대차폐수준: $PL + IA$

*PL(presentation level): 검사귀(test ear, TE) 즉, 청력이 나쁜 귀에 제시하는 기도전도나 골도전도 신호음 제시 강도, IA(interaural attenuation): 이간감쇠, OE(occlusion effect):폐쇄효과.

*최소차폐값에 안전값(safety value, SV) 5~10 dB 을 더하여 진행한다. 최대차폐값이 과차폐 경계선으로 불안한 경우만 최대차폐값에 안전값(safety value, SV) 5~10 dB 을 빼고 진행한다. 안전값을 적용한 범위를 유효차폐범위(effective masking, EM)이라 한다.

(3) 과차폐(overmasking)는 차폐소음을 계속 상승시킬 경우 나타나는 현상이다. 차폐소음이 반대쪽 검사귀의 골도역치보다 커져서 차폐소음이 역으로 검사귀에 신호음으로 전달되어 반응을 하게 하는 것이다. 이렇게 차폐소음 강도가 커지는 현상은 차폐가 불가능할 정도로 청력이 나쁜 경우에만 나타나므로 소음성 난청과 관련되어 실질적으로 많이 나타나는 현상은 아니다.

(4) 차폐딜레마는 소음성 난청과 관련되어 매우 드물게 나타나는데, 청력손실정도가 50~60 dB이상인 양측성 전음성 난청을 가진 경우에 나타나는 현상이기 때문이다. 골도 차폐시 폐쇄효과(OE)로 더 잘 듣게 되는 10~15 dB 값보다 비검사귀의 기도골도역치차이(nontest ear air

bone gap, NTEABG)가 더 클 때 나타나는 현상이다. 왜냐하면 최소차폐 수준에 더해야 하는 값을 OE인 10~15 dB 대신 NTEABG값(예를 들면 45 dB)을 더해야 하는데, 이 경우, 최소차폐값(PL + OE 대신 PL + NTEABG 사용)으로 PL에 45를 더하고, 최대차폐값(PL + IA)으로 PL에 40을 더하므로 최소와 최대 차폐범위가 -5로 차폐가 불가능한 딜레마이다. 실질적으로 60 dB이상의 양측성 전음성 난청 때문에 나타나는 차폐딜레마현상에는 IA값이 60 dB인 삽입형 이어폰을 사용하면 해결이 가능하다. 왜냐하면 최대차폐값(PL + IA)의 공식에 40대신 60을 더하여 약 15 dB의 범위가 발생하여 플래토우를 구하기 위해 차폐소음을 5dB 1~2회 상승이 가능하기 때문이다.

18) 6.7 청력도 작성방법-(1), (5)

□ 변경 전 내용: (1) 청력역치는 청력도에 기호로 기입하여 그래픽형식으로 나타낸다. (5) 청력검사지에는 청력도 외에 검사일시, 수검자·검사자 정보, 차폐범위, 이경 검사·고막운동성검사 결과, 청력 관련 문진 등의 추가 정보를 포함할 수 있다. 청력검사지 작성은 [부록]의 예시를 참고한다.

□ 변경 후 내용: (1) 청력역치는 검사 후 청력도에 기입한다. (5) 청력검사지에는 검사일시, 수검자·검사자 정보, 차폐 범위 등을 기재하고 판정에 도움이 되는 이경 검사·고막운동성검사 결과, 과거 귀 질환 관련정보, 소음노출 시기와 기간 정보, 차폐 전 역치 표기 등을 포함할 수 있다. 이러한 내용을 모두 기재할 수 있는 청력 검사지를 [부록]청력검사지 예시로 제시하였다.

[부록] 청력검사지 예시

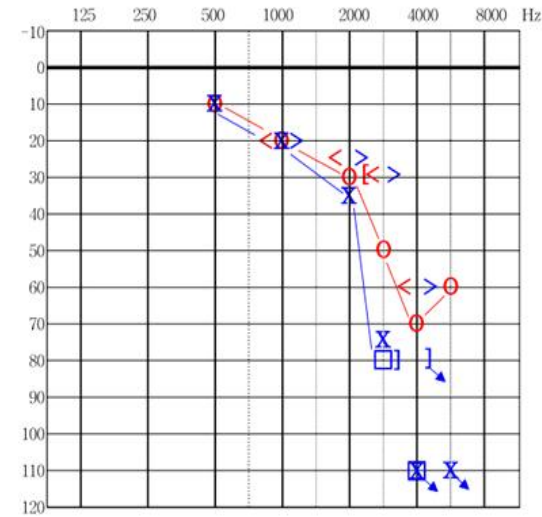
등록
번호 0000-000
 성명 ○○○
 생년월일 0000. 00. 00 성별 남/여
 나이 00 세
 검사
일자 0000. 00. 00

청 력 검 사 지(예시)

검 사 자 : △△△ (확인)

Audiometer : 0000-000

I. Pure Tone Audiogram



	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
RA					80-95	90		
RB					100-110*	95		
LA								
LB					50-65			

* 차폐소음 최대 110

◎ 최종 결과판정

	판정등급	조치사항
R	C1	보호구 착용
L	C2	보호구 착용

◎ 기타 특이사항 :

예시) 과거 이과적 질환 관련 병력사항 : 고막천공, 중이염, 이경화증, 청각장애 ○급, 기타 등
 군대 주특기 : 보병, 포병, 통신병, 행정병, 기타 등
 소음노출후 () 시간, 소음작업장 근무경력 () 년 등

		Air	Bone
Unmasked	R	○	□
	L	×	×
Masked	R	△	△
	L	□	□
Rel.	R		
	L		

II. Otoscopy

R	정상
L	정상

III. Tympanometry

	Type	비고
R	A	
L	A	

IV. Pure Tone Average

	3분법	4kHz	비고
R	20	70	
L	21.7	110	

판정의사 ☐ ☐ ☐ (확인)

[부록] 청력검사지 예시

그 외 변경 전 6.4.2(15), 6.5(3), 6.6.1(7), 6.6.2(2), 6.7(2)의 <그림 1>과 6.7(3)의 <그림 2>는 [부록1] 표준청력도와 기도, 골도역치 표기방법으로, [별지 서식]청력검사기 일일 점검표는 [부록2] 청력검사기 일일기능점검표로, [부록3] 플레토우의 이해, [부록4] 골도차폐의 예, [부록5] 기도차폐-저차폐의 예를 삽입하고 [부록] 청력검사지 예시는 [부록6] 순음청력도 작성방법, [부록7] 청력검사지 예시로 나누어 보완하여 수정할 것을 제안하였다. 상기와 같은 내용과 사유로 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한지침(KOSHA GUIDE H-56-2021)에 대하여 수정안을 제시하였다.

6. 순음청력검사 지침(안)

상기의 순음청력검사에 관한 지침 수정제안과 근로자 건강진단 청력검사의 문제 해결 가이드를 부록 I을 근거로 구체적인 내용을 정리한 순음청력검사 지침(안)을 부록 II로 제시하였다.

참고문헌

- 고용노동부. 2019년 산업재해현황분석. 고용노동부. 2020.
- 고용노동부. 2020년도 근로자 건강진단 실시결과. 고용노동부. 2021.
- 김규상, 성정민, 김은아. 소음 노출 사업장의 소음 노출수준과 노출기준 초과
율 현황. 한국산업보건학회지. 2022;30(2);185-195p.
- 이지호, 채창호, 예병진, 권중근, 김남정, 김지수, 이성희, 윤혜정. 소음 노출
근로자건강진단 판정 기준 세부지침 개발. 산업안전보건연구원 연구보고
서. 2019.
- 산업안전보건연구원. 소음 노출 근로자 건강진단 판정 가이드,
<http://k2b.kosha.or.kr>. 산업안전보건연구원. 2021.
- 한국청각학교수협의회. 청각학개론. 학지사;2017:15-421 p.
- Gumus NM, Gumus M, Unsal S, Yuksel M, Gunduz M. Examination of
Insert Ear Interaural Attenuation (IA) Values in Audiological
Evaluations. Clinical and Investigative Medicine. 2016;39(6);
S82-S85.
- Hood JD. The principles and practice of bone conduction
audiometry: A review of the present position. Laryngoscope.
1960;36:1211-1228 p.
- ISO 8253-1: Acoustics-Audiometric test methods-Part1: Pure -tone
air and bone conduction audiometry. ISO. 2010.
- Katz J. Handbook of clinical audiology. 7th ed. USA: Lippincott
Williams & Wilkins;2014. 136-137 p.



Martin FN, Clark JG. Introduction to audiology. 13th ed. USA: Pearson;2018. 103-105 p.

Moore BC, Lowe DA, Cox G. Guidelines for Diagnosing and Quantifying Noise-Induced Hearing Loss. Trends in Hearing. 2022;26; 1-21 p.

Mahalkar V, Kumar S, Singhal S. Occupational noise induced hearing loss and vibrations exposure and its determinants in oil & gas industry in India: A review article. Global Journal of Engineering and Technology Advances. 2022;11(01);036-044 p.

Abstract

Analyzing unsuitable cases of hearing test for worker's health examination and developing guide for solving problems

Objectives The purpose of this study is to analyze unsuitable cases of hearing test for special health examination and develop a troubleshooting guide for improving the reliability and efficiency of hearing test. Through this, the occupational hearing loss can be quickly detected, prevented, and managed. As the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and the US National Institute of Occupational Safety & Health (NIOSH) are presenting discussions about the significance of hearing tests, The Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA) Occupational Safety and Health Research Institute(OSHIRI) suggests an accurate hearing test method for noise-exposed workers to be evaluated efficiently through continuous education, but the test method is not easy and confusing, so unsuitable cases and many questions to be solved occur.

Method Hearing evaluation data and hearing quality control inquiry and response collections from 2020-2021 special health examination institutions are reviewed. Of the 3,136 and 3,417 cases submitted by 103 and 115 special health examination institutions, 80 and 508 cases were checked for taking off points in 2020 and

2021. Totally, out of 6553 cases 588 point-deducted cases were reviewed. Also, a total of 113 cases which were collected from question and answer(Q&A) for the hearing quality control data of 49 and 64 cases in 2020 and 2021 were reviewed. The above were analyzed with data evaluation items in 6 fields, selection of subjects for secondary health examination and appropriateness of execution, appropriateness of conducting air and bone conduction tests by frequency, adequacy of air and bone conduction hearing thresholds, proper masking method for air and bone conduction tests, adequacy of A, C₁, C₂, D₁, D₂ judgment according to the type of hearing loss, whether or not the sound correction inspection has been carried out at least once a year for the past two years, presented by KOSHA, OSHIRI. Detailed analysis of nondeductible cases and Q&A data that did not affect test results or judgment were also performed for further analysis and presenting a troubleshooting guide.

Results As a result of analyzing, it was found that the masking section of hearing test showed the highest frequency of unsuitable cases. Especially, bone conduction masking hearing test was counted as the most unsuitable cases and inquiry of the hearing quality control and response data. Of the total of 6553 data, there were 66 cases (1.01%) of deduction of points a total of 4 cases (3.53%) in the Q&A data collection for the field of selection of subjects for secondary health examination and appropriateness of execution, 28 cases (0.43%) out of a total of 6553 and 588 point-deducted cases(4.76%) and a total of 5 cases (4.42%) from the Q&A collections for appropriateness of conducting air and bone

conduction tests by frequency, 47 cases (0.72%) out of a total of 6553 cases and 588 point-deducted cases(7.99%) for adequacy of air and bone conduction hearing thresholds, 62 cases (0.95%) out of a total of 6553 cases and 588 point-deducted cases (10.54%) and a total of 5 cases (4.42%) from the Q&A collections for proper masking method for air and bone conduction tests, 239 cases (3.65%) out of a total of 6553 cases and 588 point-deducted cases(40.65%) and a total of 4 cases (4/113, 3.54%) from the Q&A collections for adequacy of A, C₁, C₂, D₁, D₂ judgment according to the type of hearing loss, and a total of two inquiries (1.77%) from the Q&A collections for the sound correction inspection. Additionally, detailed analysis of nondeductible cases and Q&A data were analyzed case by case for specific information.

Conclusion Through all the review data, frequently occurring unsuitable cases and inquiry from Q&As were analyzed to by capturing characteristics and organizing key information. The causes of unsuitable cases and problems were identified by typical types presenting a troubleshooting guide-solving guide as an appendix. This includes specific contents would increase reliability, improve efficient hearing tests and judgments, and be utilized in the future.

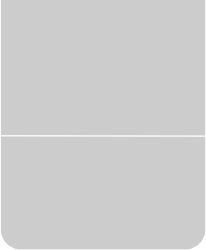
Key words

Noise, special health examination, noise-induced hearing loss, hearing test, occupational hearing loss, masking

부 록 I

근로자 건강진단 청력검사 문제 해결 가이드

.....



부 록 I

1. 청력검사에 대한 이해	83
1) 검사 주파수의 이해	83
2) 기도와 골도 청력역치에 대한 이해	87
3) 청력도에 대한 이해	89
 2. 음차폐 검사의 이해	93
1) 음차폐 이해 부족사례	93
2) 차폐의 정의	108
3) 차폐 공식	108
4) 차폐 방식인 플래도우의 이해	109
5) 차폐검사방법	112

3. 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시에 대한 이해 .. 118

4. 청력검사기의 기능, 음향, 정밀 보정에 대한 이해 118



표 목차

〈표 1〉 차폐공식표기제안	109
----------------------	-----

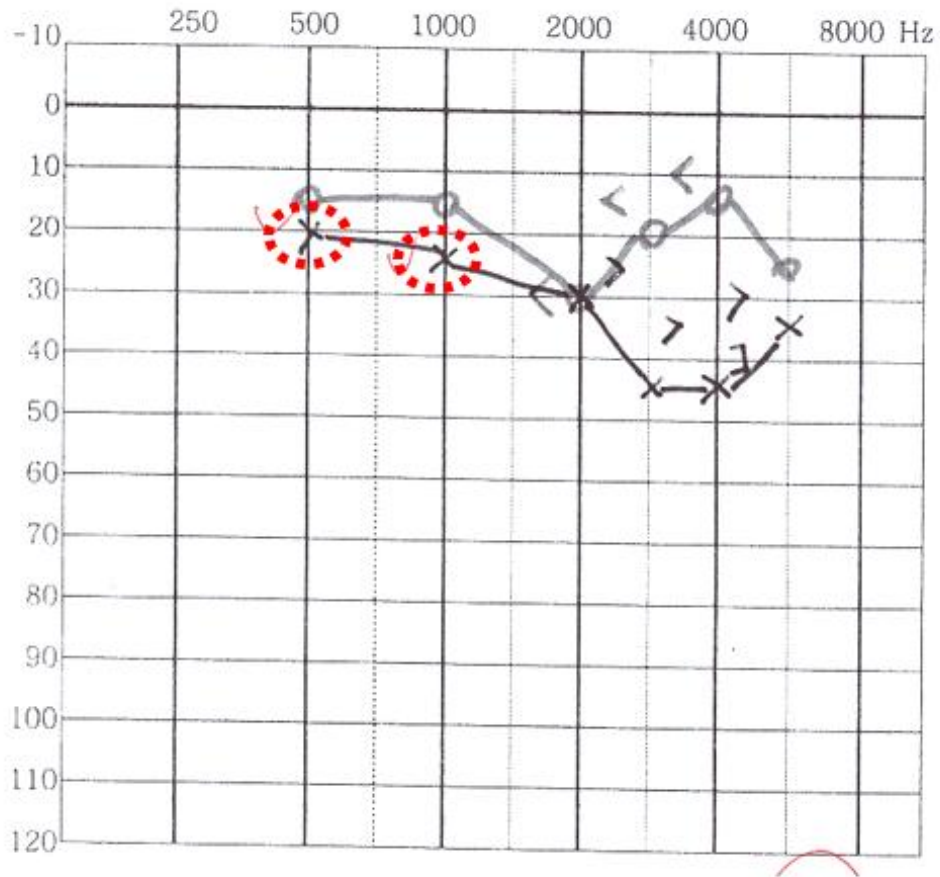
그림 목차

[그림 1] 주파수별 기골도검사 미 실시 사례(골도 검사 미 실시)	84
[그림 2] 주파수별 기골도검사 미 실시 사례(골도 검사 미 실시)	86
[그림 3] 기도 및 골도 청력역치의 부적정성 사례	88
[그림 4] 청력도 작성 오류(선긋기)	90
[그림 5] 청력도 작성 오류(선긋기)	91
[그림 6] 청력도 작성 오류(골도 청력역치 표기 오류)	92
[그림 7] 부적정한 기도 차폐 사례(기도차폐 미 실시)	94
[그림 8] 부적정한 기도 차폐 사례(기도차폐 미 실시)	95
[그림 9] 부적정한 기도 차폐 사례(차폐 범위 미 기재)	96
[그림 10] 부적정한 기도 차폐 사례(차폐 범위 미 기재)	97
[그림 11] 부적정한 골도 차폐 사례(골도차폐 미 실시)	98
[그림 12] 부적정한 골도 차폐 사례(골도차폐 미 실시)	99
[그림 13] 부적정한 골도 차폐 사례(저차폐)	100
[그림 14] 부적정한 골도 차폐 사례(저차폐)	101
[그림 15] 부적정한 골도 차폐 사례(과차폐)	102
[그림 16] 부적정한 골도 차폐 사례(과차폐)	103
[그림 17] 부적정한 골도 차폐 사례(차폐 범위 미 기재)	104
[그림 18] 부적정한 골도 차폐 사례(차폐 범위 미 기재)	105
[그림 19] 부적정한 골도 차폐 사례(차폐 역치 미 기재)	106
[그림 20] 부적정한 골도 차폐 사례(차폐 역치 미 기재)	107
[그림 21] 정상귀의 주변소음과 청력역치 관계	110
[그림 22] 난청귀의 주변소음과 청력역치 관계	111

1. 청력검사에 대한 이해

1) 검사 주파수의 이해

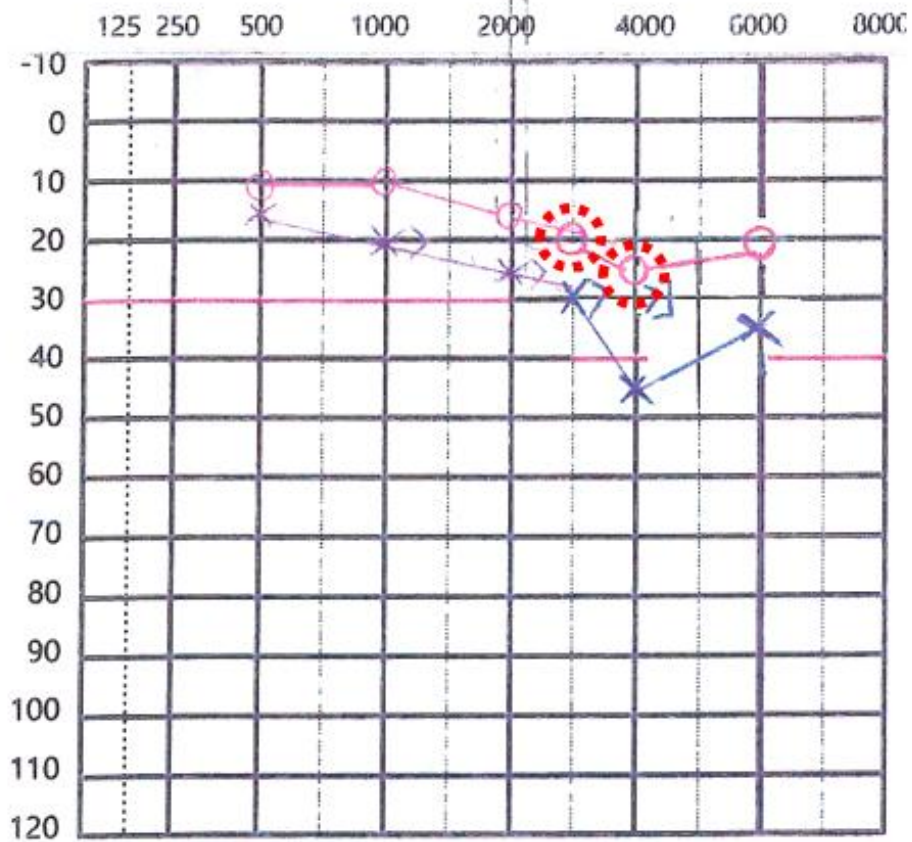
순음청력검사에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-56-2021의 6.4 기도 청력 검사 방법과 6.5의 골도청력검사방법을 통해 검사하여야 할 주파수는 안내에 “기도 청력검사 역치가 20 dB이상인 경우 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도청력검사는 0.5, 1, 2, 4 kHz주파수에서 시행하여야 한다.”는 찾을 수 없었다. 또한 6.4.2의 정밀청력검사 섹션에서 “(4) 주파수는 1,000 Hz부터 시작해서 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz의 순으로 검사하고 1,000 Hz에서 재검사를 한 후 500 Hz, 250 Hz의 순으로 한다.”로 규정하여 청력도에 포함된 8000 Hz검사해야할 주파수로 포함되어 있지 않았고 6.7의 청력도 작성방법에서는 8000 Hz가 포함되어 있어 혼돈의 여지가 있었다. 다음은 2020~2021년 청력정도관리 자료 평가에서 부적정 사례로 나타난 경우이다.



[그림 - 1] 주파수별 기골도검사 미실시 사례 (골도 검사 미실시)

- ▶ 문제점: 500 과 1000 Hz의 좌측 기도역치가 20 과 25 dB 로 골도검사를 실시해야하는 기준인 20 dB 이상이지만 골도 검사를 미실시하였다.
- ▶ 해결법: 500 과 1000 Hz의 좌측 골도검사를 실시하여야 한다.

기도 및 골도 청력검사의 해당 주파수범위에 대한 한국산업안전보건공단 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56-2021)의 안내에 기도 청력검사의 범위가 250~6,000 Hz로 되어 있는데 8,000 Hz를 포함하기를 권고한다. 물론 소음성 난청 판정은 6,000 Hz까지의 역치로 가능하다. 그러나 8,000 Hz의 정보를 포함한다면 청력손실의 패턴을 더 잘 확인할 수 있을 것이고 표준청력도에서 제시하는 주파수의 모든 범위가 포함 될 수 있어 8,000 Hz 주파수 포함을 권고한다. 다음 세 가지 이유로 권고에 대한 배경을 설명할 수 있다. 첫 번째, 순음청력검사 지침의 청력도 작성방법이나 청력검사지 예시에는 8,000 Hz가 포함되어 있어 6,000 Hz까지 검사를 시행하도록 안내하면 혼돈의 가능성이 있다. 두 번째, 전 세계적으로 사용하는 표준청력도에 8,000 Hz가 포함되어 있다. 세 번째, 해외의 소음성 난청진단에 8,000 Hz가 포함되어 있다(Moore, Lowe, & Cox, 2022).



[그림 - 2] 주파수별 기골도검사 미 실시 사례(골도 검사 미 실시)

- ▶ 문제점: 3000 과 4000 Hz의 우측 기도역치가 20 과 25 dB 로 골도검사를 실시해야하는 기준인 20 dB 이상이지만 골도 검사를 미 실시하였다.
- ▶ 해결법: 3000 과 4000 Hz 주파수의 골도검사를 실시하여야 한다.

2) 기도와 골도청력 역치에 대한 이해

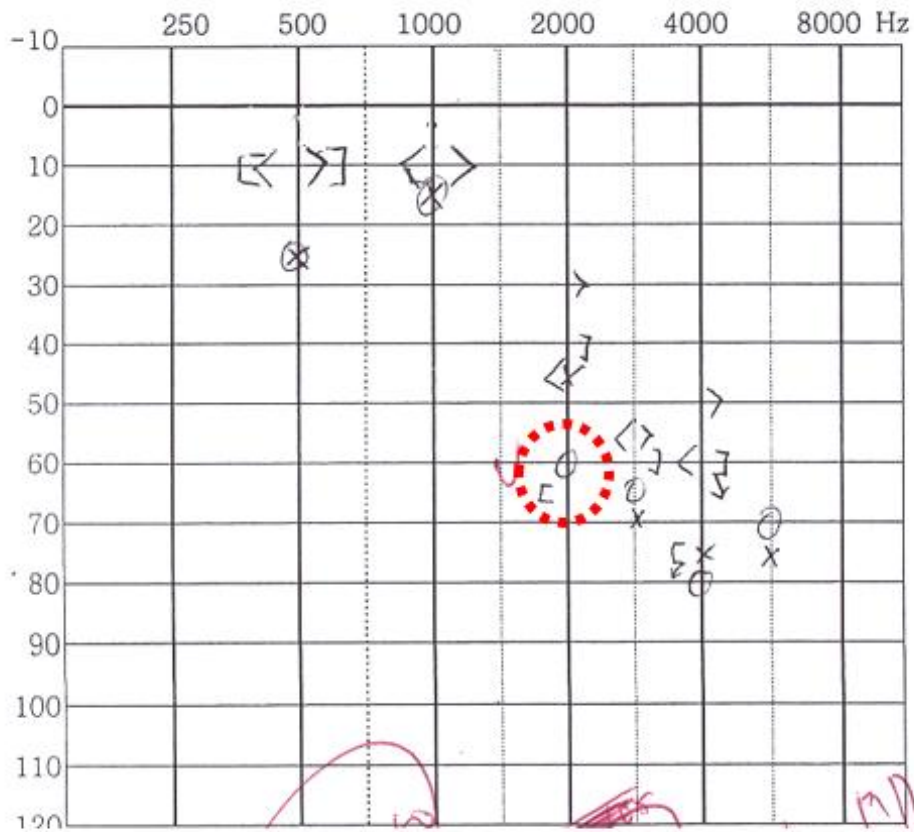
기도 청력검사 해부적 부위는 외이, 중이, 내이, 중추신경계, 청각피질분야 등 모든 청각기관을 포함한다. 그러나 골도청력검사는 외이와 중이의 해부적 부위를 건너 뛰어 내이를 직접 자극하게 되어 내이, 중추신경계, 청각피질분야의 기능만을 검사한다. 따라서 기도 청력검사에 해당하는 전체 청각계의 해부적 부위를 검사하고, 골도청력검사는 그 중 일부만 검사하게 되어 골도 청력은 기도보다 더 나쁠 수 없고 항상 기도 청력과 같거나 더 좋아야 한다. 그러나 실질적으로 검사를 하면 기도가 골도청력보다 더 좋게 나타날 수 있는데 그 발생 원인은 다음 네 가지이다.

① 청력검사기의 출력변환기나 검사기의 기능이다. 청력검사기의 기종이나 모델은 기관마다 조금씩 다르고 사용 기간에 따른 노후정도도 다르다. 따라서 음향보정을 실시해도 기도 청력이 골도 청력보다 5~10 dB정도 좋게 나타날 수 있다.

② 골도진동체의 부착위치이다. 골도 진동체의 부착 위치는 검사자와 피검자마다 조금씩 다를 수 있는데 골도 진동체는 그 부착위치에 따라 민감도가 달라진다. 따라서 골도진동체를 와우와 좀 먼 곳에 부착하게 되면 기도보다 골도가 더 나쁜 청력으로 나타날 수도 있다.

③ 검사자의 미숙한 검사 안내이다. 골도 청력검사 시 피검자가 듣는 소리는 같은 강도의 기도 청력 소리보다 더 작게 들린다. 경험이 많은 검사자라면 아무리 작은 소리도 집중해서 듣도록 골도 청력검사 시 강조하여 적절한 골도청력역치를 찾을 수 있을 것이다.

④ 피검자 개인의 집중도와 민감도이다. 개인의 민감도는 다양한데 특히 골도 청력의 민감도 범위는 더 다양하여 골도청력은 개인에 따라 더 넓은 범위의 차이를 보인다. 이러한 차이는 집중도와도 상관이 있는데 보통 기도 청력검사를 먼저하고 골도 청력검사를 실시하므로 집중도를 얼마나 유지할 수 있는 지에 따라 5~10 dB 정도의 차이를 보인다.



[그림 - 3] 기도 및 골도 청력역치의 부적정성 사례

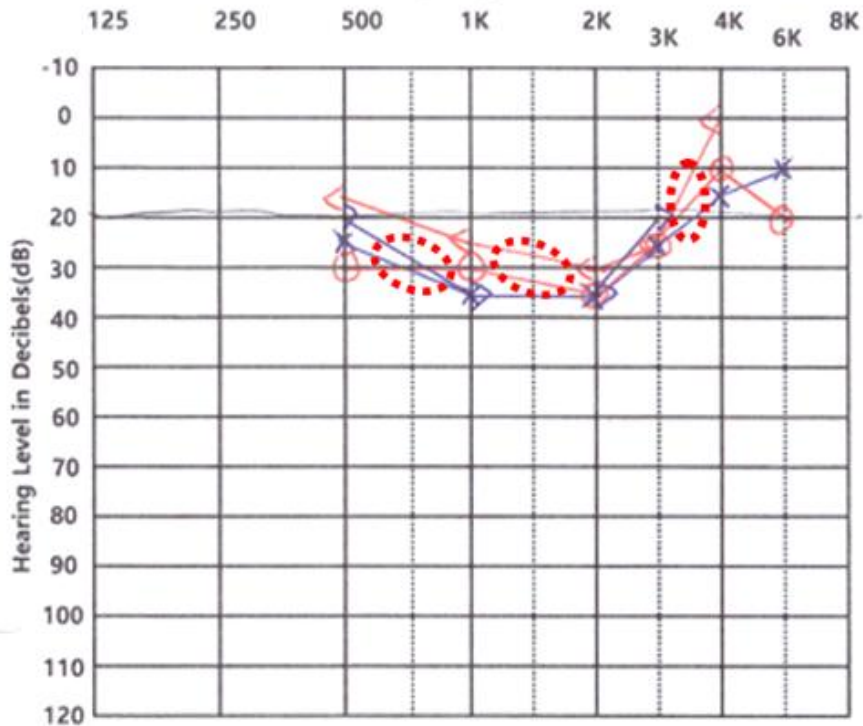
- ▶ 문제점: 2000 Hz 우측 기도 역치가 60 dB이고, 우측 골도 역치가 65 dB로 골도역치가 기도 역치보다 크다. 골도 청력은 기도보다 더 나쁠 수 없고 항상 기도 청력과 같거나 더 좋아야 하므로 부적정한 검사로 판단할 수 있다.
- ▶ 해결법: 2000 Hz의 골도검사를 재실시하여 역치를 다시 구한다.

3) 청력도에 대한 이해

청력검사의 신뢰도를 높이고 효율적인 청력검사를 실시할 수 있도록 빈도가 낮은 부적합 사례나 감점 대상은 아니지만 검사 결과나 판정에 영향을 미칠 수 있는 사례 및 질문 내용에 대한 세부분석도 문제 해결 가이드에 포함하여 청력검사에 대한 포괄적인 이해를 유도한다.

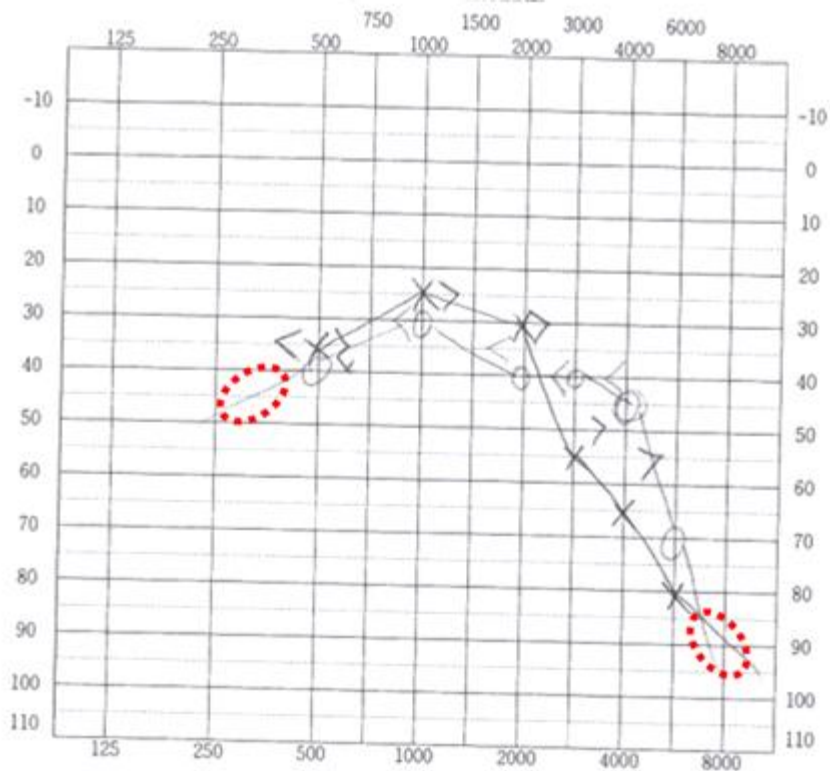
청력도 작성 시 오류 사례로는 주파수별 기도와 골도 청력역치 간 선긋기나 오른쪽 귀는 적색, 왼쪽 귀는 청색 표기인 색깔 구분이 틀린 경우가 많았는데 이러한 부분은 기본적으로 교육에서 다루는 기초 내용인데 아직 검사에 미숙하거나 경험이 부족한 사례인 것으로 생각되며 건수도 적은 편이라 지속된 교육으로 이해도를 높일 수 있는 부분으로 생각한다.

구체적으로 차폐 실시 전 양귀 골도 청력 차이가 있거나, 차폐를 한 후 골도 청력 역치가 차폐를 한 골도 청력보다 좋거나, 차폐전후의 골도 청력의 기호 표기 오류, 주파수별 기도 청력 역치를 선으로 잇는 방법 등은 청력검사와 청력도 작성에 대한 이해가 더 필요한 부분이다.



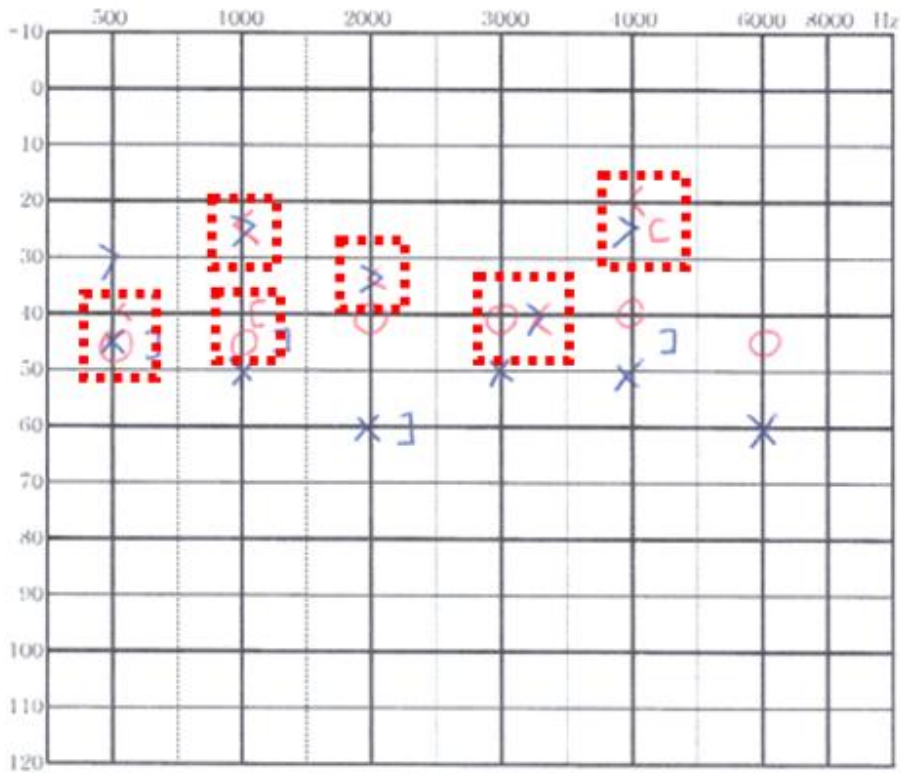
[그림 - 4] 청력도 작성 오류(선긋기)

- ▶ 문제점: 청력도 작성 시, 기도 역치와 역치 사이에만 선을 그리지만, 골도 역치도 선을 그어 표시하였다.
- ▶ 해결법: 청력도 작성 시, 주파수별 골도 역치 기호 간에 선으로 연결하지 않는다. 혹시 선이 필요하다면 골도 역치는 점선으로 연결한다.



[그림 - 5] 청력도 작성 오류(선긋기)

- ▶ 문제점: 청력도 작성 시, 검사하여 표기한 역치와 역치 사이에만 직선을 그리며, 선은 역치 표기 기호와 닿지 않고 통과하지 말아야 한다. 그러나 선이 역치 표기 기호와 닿아 있고 통과하여 그어졌다.
- ▶ 해결법: 청력도의 역치 기호 간의 직선을 역치 기호에 인접하게 그리되 통과하지 않도록 다시 작성한다.



[그림 - 6] 청력도 작성 오류(골도 청력역치 표기 오류)

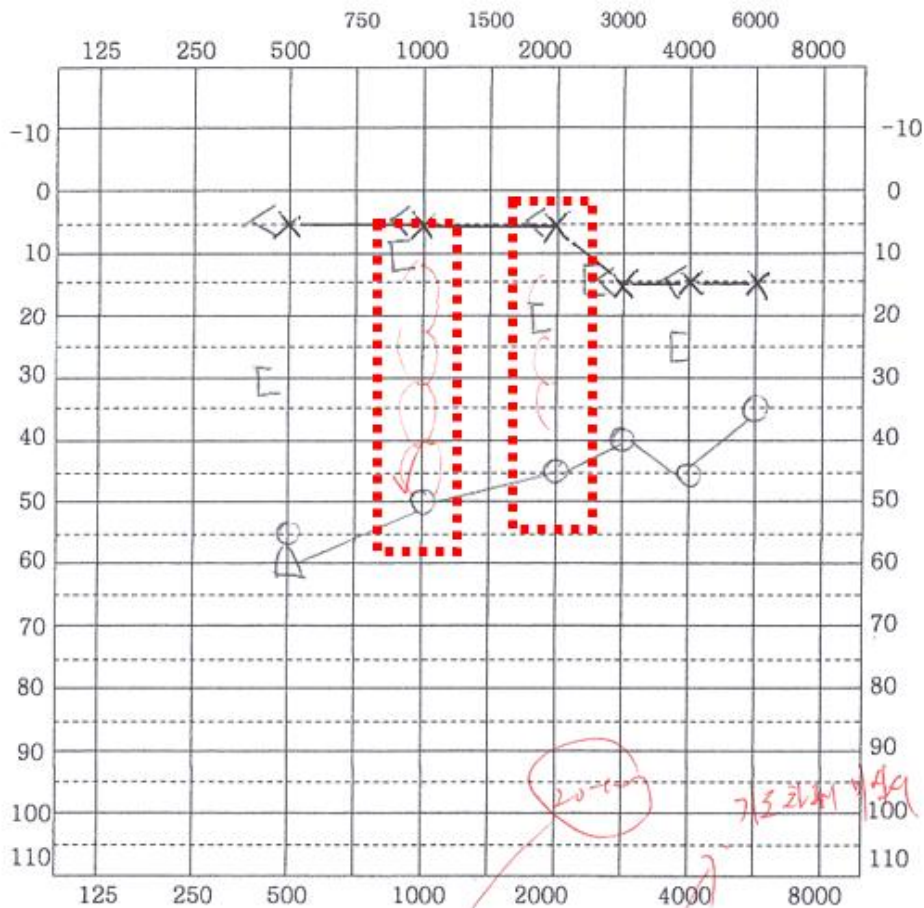
- ▶ 문제점: 청력도 작성 시, 골도 청력역치 표기는 청력도 수직축을 기준으로 우측은 왼쪽에, 좌측은 우측에 표기해야 하나, 모두 좌측에 그리거나 중앙에 작성하였다.
- ▶ 해결법: 우측 골도 역치 기호는 청력도 수직축을 중심으로 왼쪽에, 왼쪽 기호는 오른쪽에 위치하도록 다시 작성한다.

2. 음차폐 검사의 이해

1) 음차폐 이해 부족사례

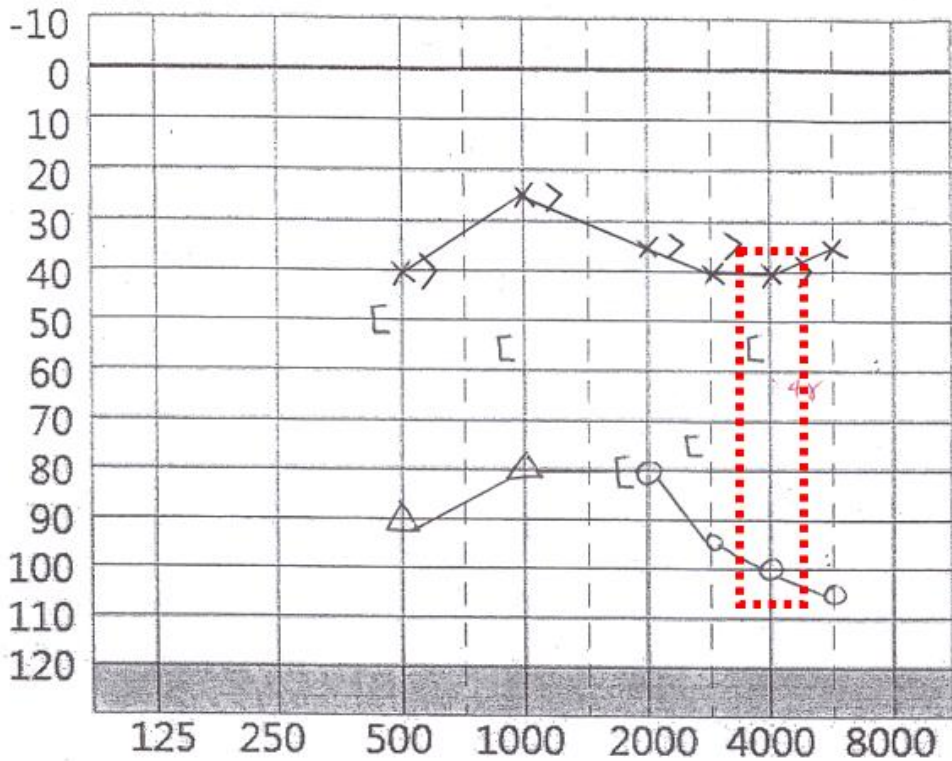
기도 청력검사는 난청이 심한 쪽을 검사할 때 큰 강도의 자극 음이 반대 쪽 청력이 좋은 귀로 교차하여 좋은 쪽 귀가 반응을 못하도록 차폐를 한다. 양귀의 청력이 이간감쇠(interaural attenuation, IA)값 40 dB 이상 차이 날 때 좋은 쪽 귀는 난청이 심한 쪽에 제시되는 큰 강도의 자극 음을 듣게 되어 나쁜 쪽 귀의 역치로 허위반응을 할 수 있어 차폐가 필요하다.

골도 청력 골도 진동체를 부착하는 위치와 상관없이 양이에 자극진동이 모두 전달되므로 이간감쇠 값은 0 dB이고 양이 중 더 좋은 쪽의 골도 값이 골도 진동체를 부착하는 귀와 상관없이 역치로 나타난다. 따라서 이 역치는 골도 차폐를 실시하기 전에는 어느 쪽의 귀의 골도 역치를 나타낸 것인지 알 수 없다. 따라서 기도 청력이 20 dB을 초과할 경우 골도 청력 역치가 더 좋다면 그 골도 청력이 어느 쪽 귀의 반응인지 확인하기 위해 차폐를 실시한다. 즉, 기도와 청력 역치가 모두 20 dB 미만의 역치를 보이고 기도골도차이(air bone gap, ABG)가 없다면 골도 청력검사에서 차폐를 할 필요가 없지만 기도 역치가 20 dB 이상일 경우 해당 귀에는 ABG이 있는 것이므로 골도 청력 역치를 확인하기 위해 반대쪽의 골도를 차폐하여야 한다. 그 외 감점대상은 아니었으나 감점사례 중에서 음차폐에 대한 이해가 부족하여 차폐 실시 전 양귀의 골도 역치 10 dB을 초과한 경우와 차폐 후 골도 청력 역치가 좋아진 경우가 세부 분석에서 총 16건과 3건씩 나타났다. 다음은 2020~2021자료 평가 중 기도와 골도 차폐검사 실시에 부적합 판정을 받은 사례 중 일부 예이다.



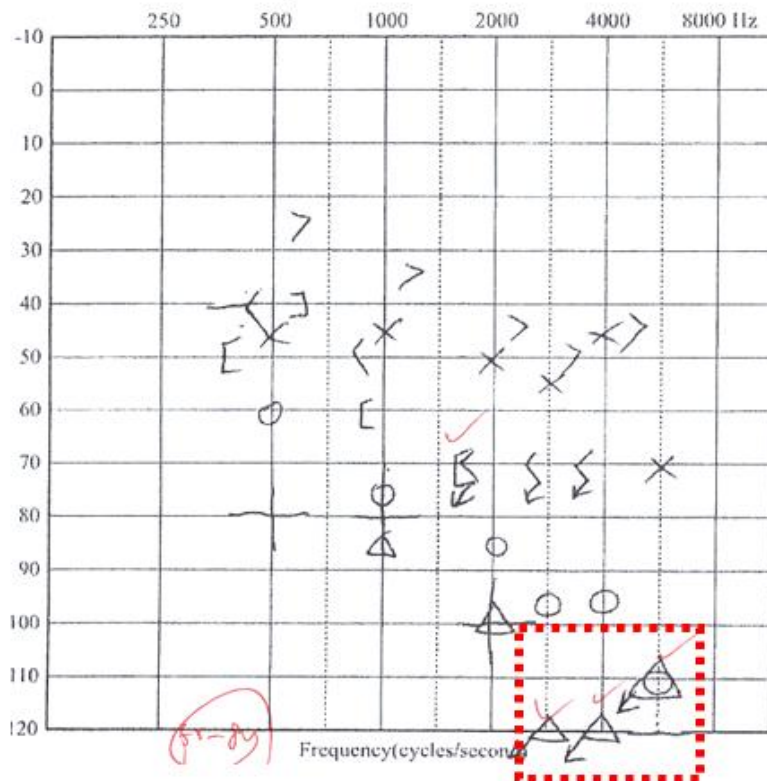
[그림 - 7] 부적정한 기도차폐 사례(기도차폐 미실시)

- ▶ 문제점: 1000 Hz의 양 귀 역치 차이가 45 dB이므로 기도 차폐검사 기준인 40 dB를 초과하였고, 2000 Hz의 양 귀 역치 차이는 40 dB이므로 기도 차폐검사를 실시하여야 하나 미실시하였다.
- ▶ 해결방법: 1000 과 2000 Hz에서 기도 차폐를 실시하여야 한다. 공식을 통해 계산할 때, 1000 Hz에서 차폐음은 10 dB(50-40, 비검사귀인 좌측귀에 제시)에 안전값(Safety value, SV)를 더하여 제시하고, 신호음은 50 dB(검사귀인 우측귀에 제시)로 제시하여 차폐검사를 시작한다. 2000 Hz도 공식에 의거하여 기도 차폐를 실시하여야 한다.



[그림 - 8] 부적정한 기도차폐 사례(기도차폐 미실시)

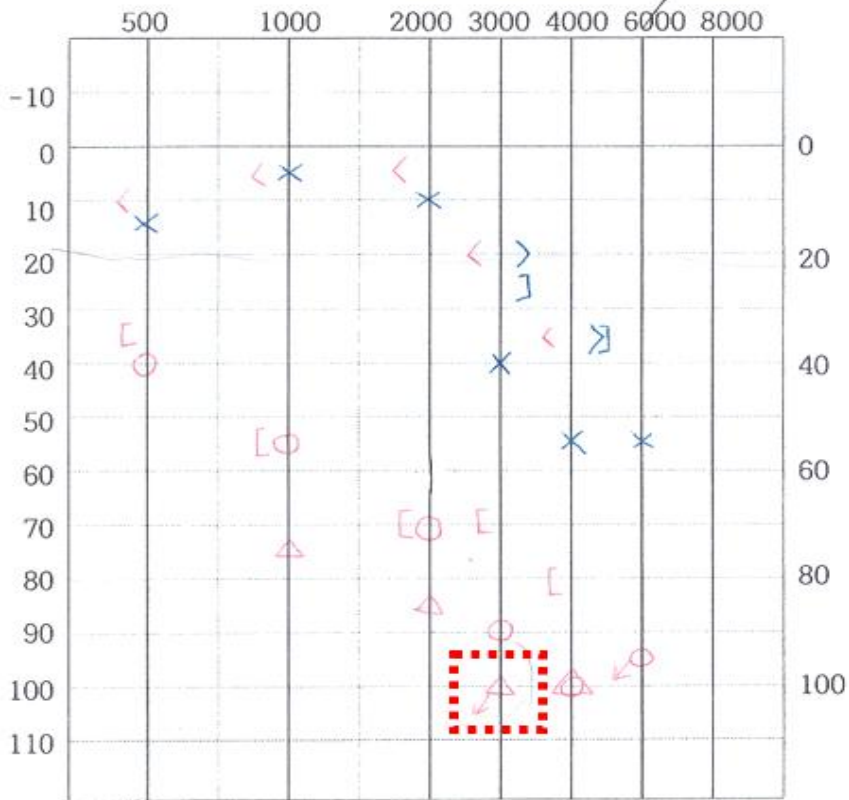
- ▶ 문제점: 4000 Hz 우측기도 역치가 100 dB, 좌측 기도 역치가 60 dB로 양귀의 역치 차이가 40 dB이상 이므로 기도 차폐검사를 실시하여야 하나 미실시하였다.
- ▶ 해결법: 4000 Hz에서 기도 차폐를 실시하여야 하므로, 공식을 통해 계산할 때, 차폐음은 60 dB(100-40, 비검사귀인 좌측에 제시)에 안전값(Safety value, SV)를 더하여 제시하고, 신호음은 100 dB(검사귀인 우측에 제시)로 차폐한다.



		500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Masking	RA			45-120		60-120		
	RB	55-110						
	LA		45-60	60-110				
	LB	65-80	110-85					

[그림 - 9] 부적정한 기도차폐 사례(차폐 범위 미기재)

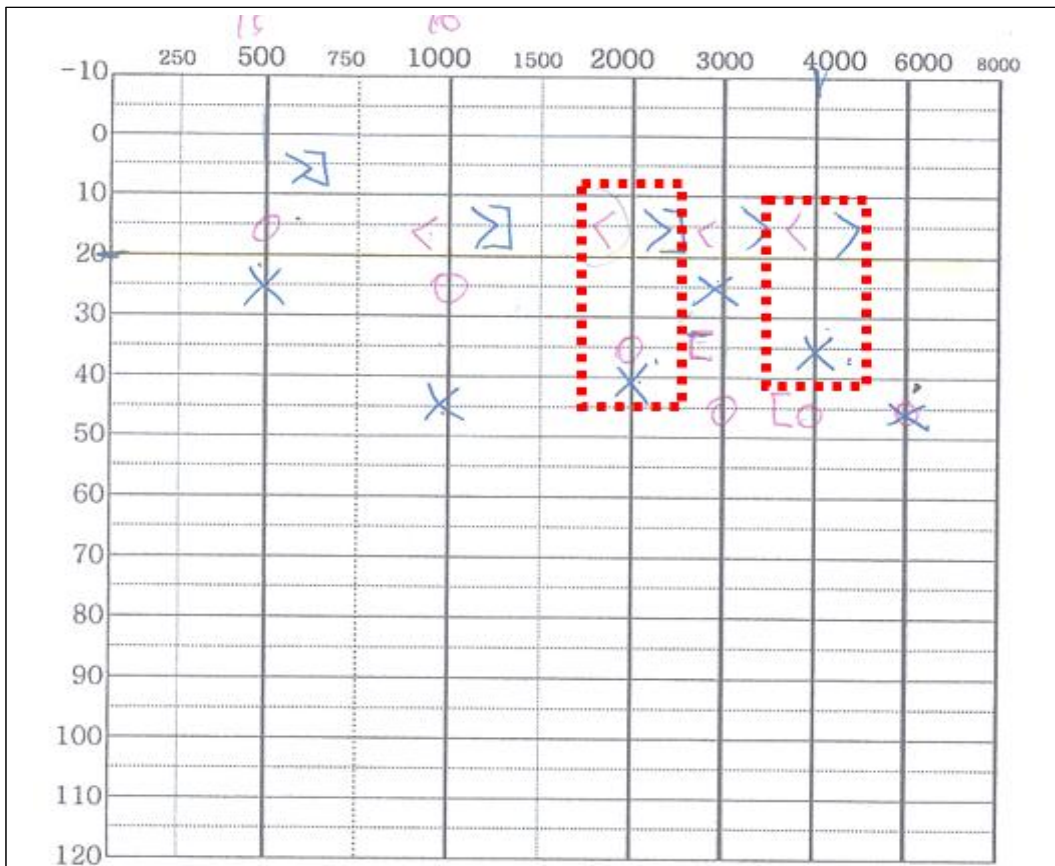
- ▶ 문제점: 3000, 4000, 6000 Hz 우측 기도역치 표시는 기도 차폐검사를 실시한 기호로 표기하였으나 적용한 차폐음의 범위를 기술하지 않았다.
- ▶ 해결법: 3000, 4000, 6000 Hz의 기도 차폐범위를 기록하여야 한다.
예) 70-90



구 분		500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
차 폐	AIR		40-55	50-65	65-80			
		50-75	55-70	60-75	65-80	70-85		
	BONE	60-75	75-90	85-100	90-105	100-115		

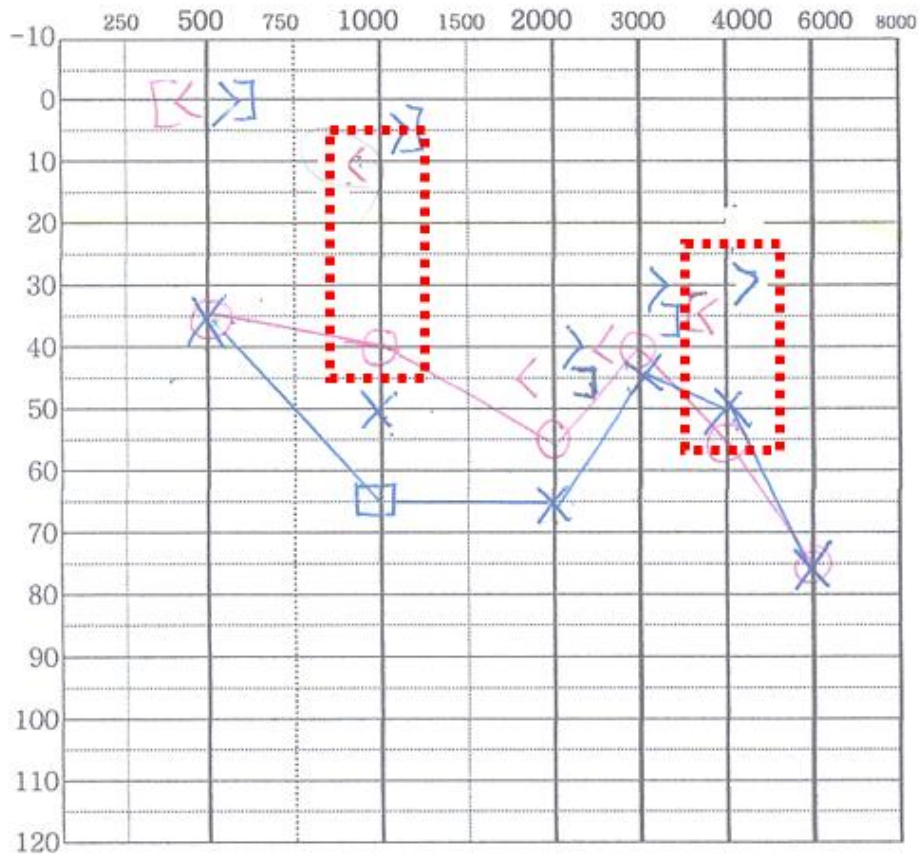
[그림 - 10] 부적정한 기도차폐 사례(차폐 범위 미기재)

- ▶ 문제점: 3000 Hz는 우측 기도 차폐검사 시 사용한 차폐음의 범위를 기술하지 않았다.
- ▶ 해결법: 3000 Hz의 기도 차폐범위를 기록하여야 한다.
- ▶ 기타 확인사항: 기기의 최대 출력범위에서도 반응이 없는 3,000 Hz의 화살표 표기는 적절하다. 그러나 4,000 Hz의 동일한 역치에 Hz 반응없음 표시가 없는 부분은 확인이 필요하다.



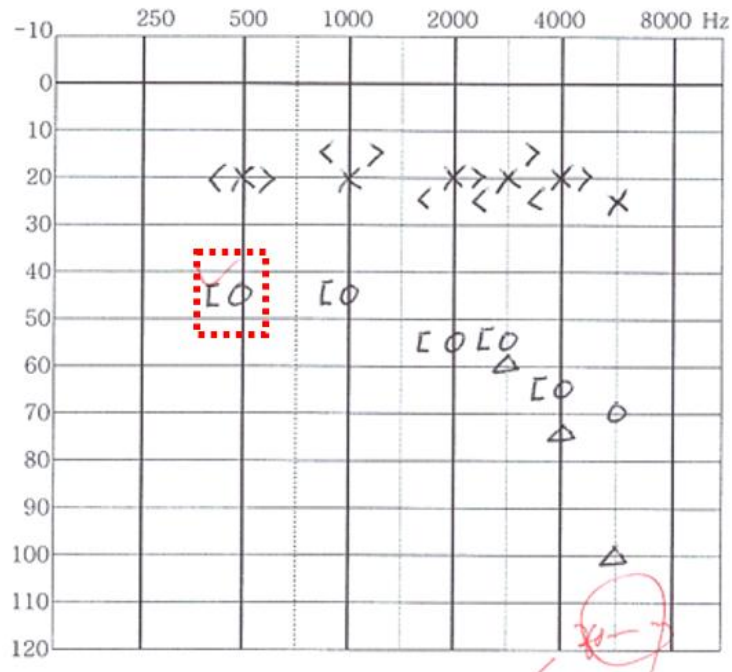
[그림 - 11] 부적정한 골도차폐 사례(골도차폐 미실시)

- ▶ 문제점: 2000 Hz에서 우측과 좌측에 20과 25 dB 차이, 4000 Hz에서 우측과 좌측에 30과 20 dB 차이의 기골도차로 양측 모두 골도 차폐검사를 실시해야 하나 미실시하였다.
- ▶ 해결법: 양측 2000 과 4000 Hz에서 골도차폐를 진행해야한다. 공식을 통해 계산할 때, 2000 Hz 우측 귀에 차폐음 15 dB(15+0, 비검사 귀인 좌측 귀에 헤드폰을 통해 제시)에 안전값(Safety value, SV)을 더하여 제시하고, 신호음은 15 dB(검사귀인 우측 귀에 골전도체로 제시)로 제시하여 차폐를 시작한다. 그 외도 공식에 의거하여 골도차폐를 실시하여야 한다.



[그림 - 12] 부적정한 골도차폐 사례(골도차폐 미실시)

- ▶ 문제점: 우측귀 1000 Hz의 기도와 골도 청력차이가 30 dB로 골도 차폐기준인 15 dB를 초과하였고, 우측과 좌측귀 4000 Hz 기도와 골도 청력 차이가 20 dB이므로 골도 차폐검사를 실시하여야 하나 미 실시하였다.
- ▶ 해결법: 우측 1000 Hz와 좌측 4000 Hz에서 골도차폐를 실시하여야 한다. 공식을 통해 계산할 때, 1000 Hz 우측 귀에 차폐음 25 dB($10+15$, 비검사귀인 좌측귀에 헤드폰을 통해 제시)에 안전값(Safety value, SV)을 더하여 제시하고, 신호음은 10 dB(검사귀인 우측귀에 골전동체로 제시)로 차폐를 시작한다. 4000 Hz도 공식에 의거하여 골도차폐를 실시하여야 한다.

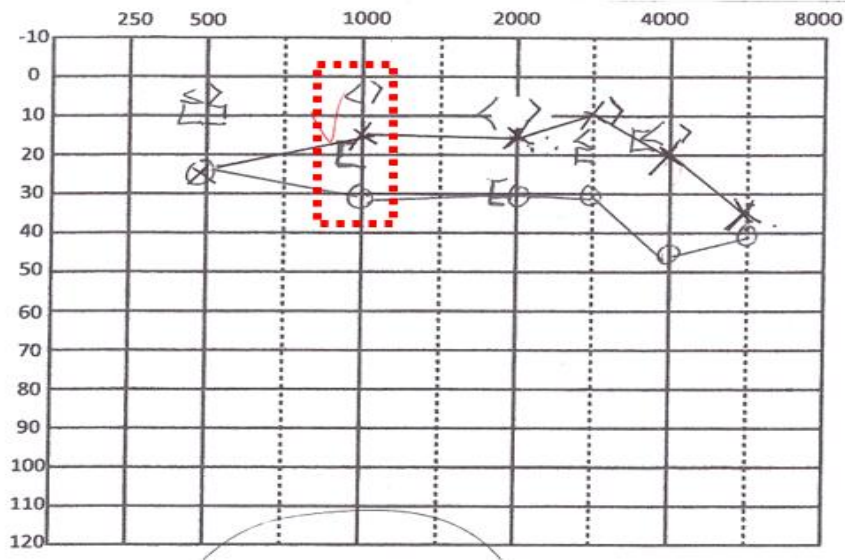


	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Masking								
RA								
RB								
LA					50~65	50~65	60~65	60~65
LB		55~70	55~70	65~80	65~80	65~80		

Handwritten notes below the table: A red dashed box around '55~70' under 500 Hz. Red circles around '65~80' under 3000 Hz, '65~80' under 4000 Hz, '65~80' under 6000 Hz, and '65~80' under 8000 Hz. A red circle around '60~65' under 6000 Hz. A red circle around '60~65' under 8000 Hz. A red circle around '60~65' under 8000 Hz. A red circle around '60~65' under 8000 Hz.

[그림 - 13] 부적정한 골도차폐 사례(저차폐)

- ▶ 문제점: 우측귀 500 Hz 골도 차폐음의 범위는 최소값: 60 dB($45+15$)에서 최대값: 85 dB($45+40$)인데 55~70으로 기술하여 최소값이 60 dB보다 5 dB 낮은 저차폐에 도달하였다. 적절한 차폐범위를 사용하여 검사해야 한다.
- ▶ 해결법: 500 Hz 우측 골도 차폐음의 최소값과 최대값을 재계산하여 검사하여야 한다.

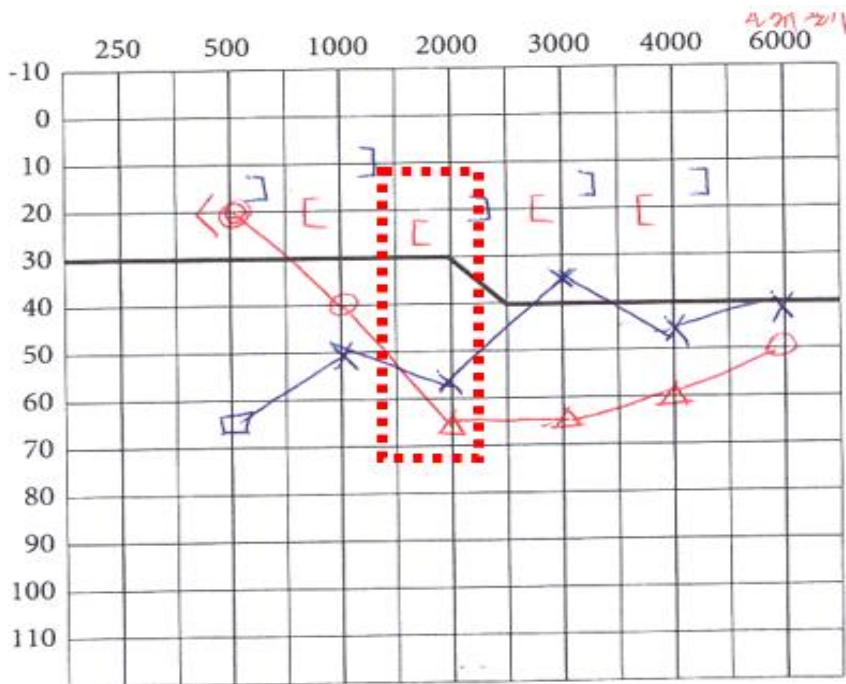


차폐범위기록

	500	1000	2000	3000	4000	6000
LA						
LB	80-85	75-80	70-75	65-70	60-65	55-60
RA	45	40	35	30	25	20
RB	30	25	20	15	10	5
공기청력손실 (3분법에 의함)	원 쪽		오른쪽			
	18.3		28.3			

[그림 - 14] 부적정한 골도차폐 사례(저차폐)

- ▶ 문제점: 우측귀 1000 Hz 골도 차폐음의 범위는 최소값: 30 dB(20+10)에서 최대값: 60 dB(20+40)인데 25-40으로 기술하여 최소값이 30 dB보다 5 dB 낮은 저차폐에 도달하였다. 적절한 차폐범위를 사용하여 검사해야 한다.
- ▶ 해결법: 1000 Hz 우측 골도 차폐음의 최소값과 최대값을 재계산하여 검사하여야 한다.

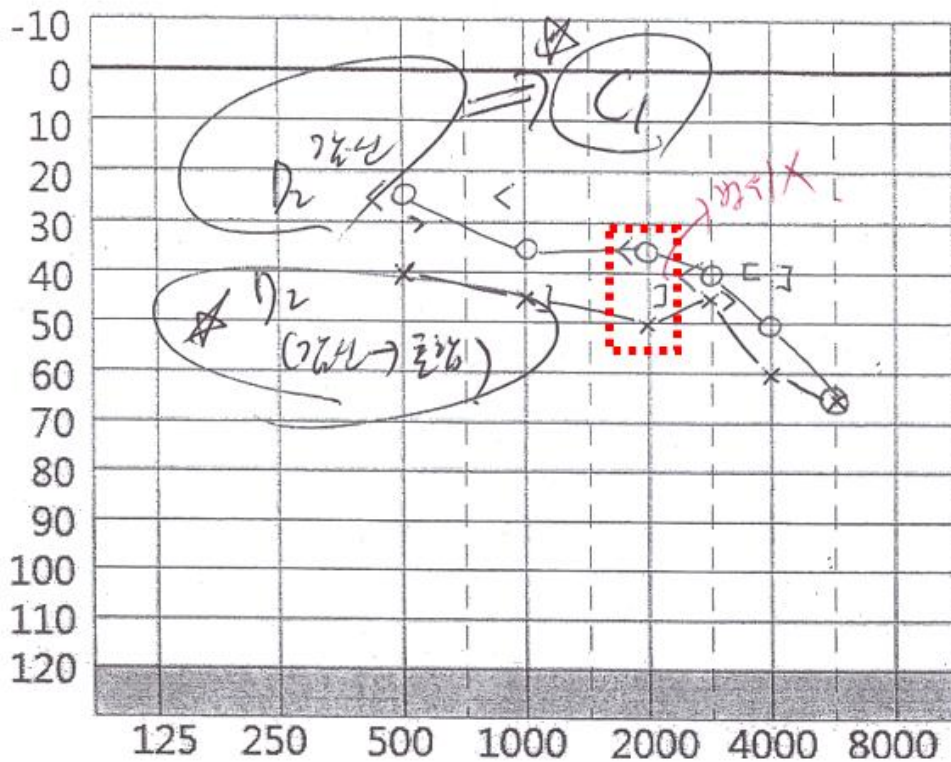


	500	1000	2000	3000	4000	6000
LA			60-75	40-55	50-65	
RA	35-50		38-65	20-60	20-60	
LB		50-60/20-60	45-65/20-60	35-50	45-60	
RB	40-55	40-50/20-60	60-65/20-60	40(65-)	40(60-)	

1. Pure Tone Audiogram (순음청력검사표) Ai

[그림 - 16] 부적정한 골도차폐 사례(과차폐)

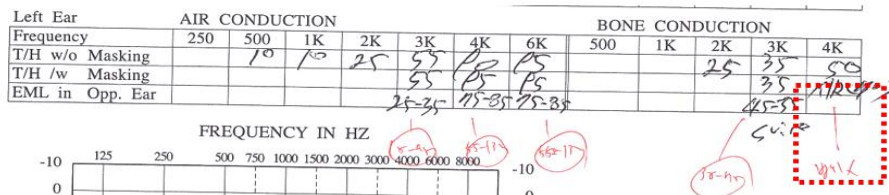
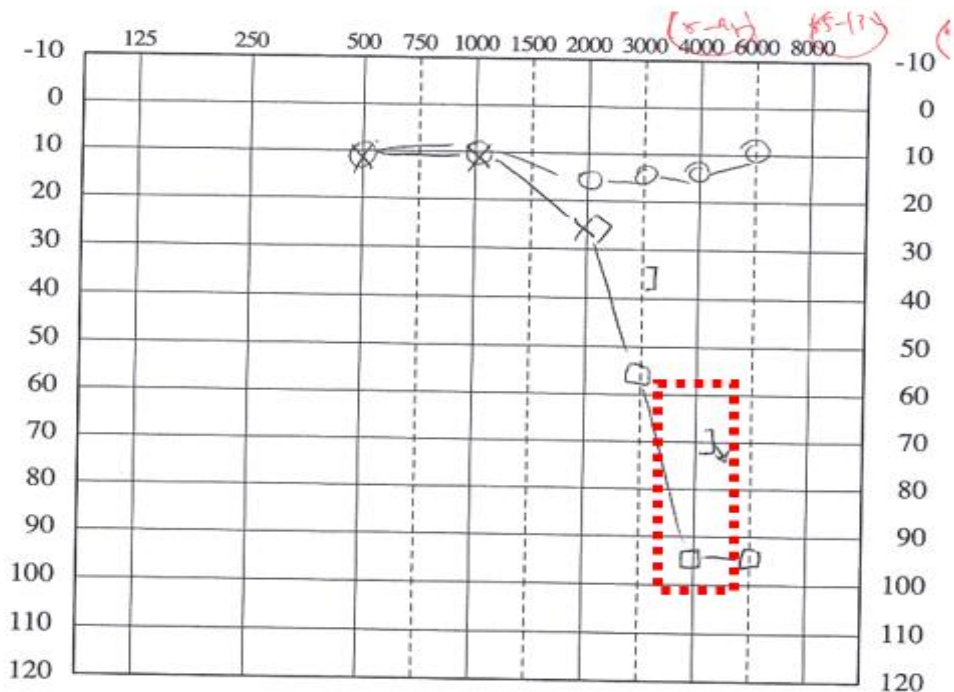
- ▶ 문제점: 우측귀 2000 Hz 골도 차폐음의 범위는 최소값: 25 dB(25+0)에서 최대값: 65 dB(25+40)인데 60-65으로 기술하여 최대값 기준 5 dB 초과하여 과차폐에 도달하였다. 적절한 차폐범위를 사용하여 검사해야 한다.
- ▶ 해결법: 2000 Hz 우측 골도 차폐음의 최소값과 최대값을 재계산하여 검사하여야 한다.



주파수		500	1000	2000	3000	4000	6000
AC	Lt						
	Rt						
BC	Lt					60-70	
	Rt		65-75			50-60	

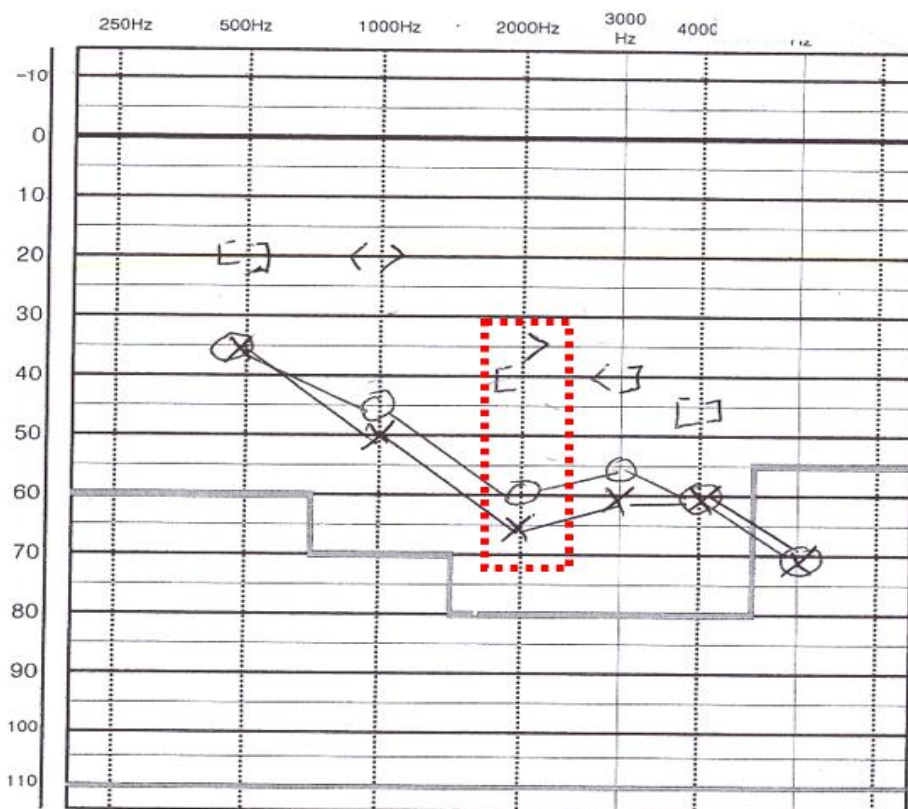
[그림 - 17] 부적정한 골도차폐 사례(차폐 범위 미기재)

- ▶ 문제점: 우측귀 2000 Hz 골도 차폐음 범위를 기술하지 않았다.
- ▶ 해결법: 우측귀 2000 Hz 골도 차폐 검사를 실시한 후 정확한 차폐 범위를 기록하여야 한다. 예)최소차폐값: 45(35+10), 최대 차폐값: 75(35+40)이므로 45-65 정도.



[그림 - 18] 부적정한 골도차폐 사례(차폐 범위 미기재)

- ▶ 문제점: 좌측귀 4000 Hz 골도 차폐음 범위를 기술하지 않았다. 70 dB에서 청력검사기의 최대출력에 해당하는 소리를 제시하였는데 검사귀에서 들었다고 반응이 없었다는 화살표로 표기하였다. 그렇다 하더라도 차폐에 사용한 범위는 기록하여야 한다.
- ▶ 해결법: 좌측귀 4000 Hz 골도 차폐 표기를 70 dB로 할 때, 해당하는 차폐 범위를 기록하여야 한다. 공식을 통해 계산할 때, 차폐음 최소값은 70 dB에 안전값(Safety value, SV)을 더한 수치일 수 있다.



헤드폰		500Hz (IA40) (OE15)		1000Hz (IA40) (OE10)		2000Hz (IA40) (OE 0)		3000Hz (IA40)		4000Hz (IA40)		6000Hz (IA40)	
		기도	골도	기도	골도	기도	골도	기도	골도	기도	골도	기도	골도
pure tone	좌(dB)	35	20	50	20	65	35	60	40	60	45	70	
	우(dB)	35	20	45	20	60	40	55	40	60	45	70	
masking level	좌(dB)		40-55		55-70		60-75		65-80		70-85		
	우(dB)	55-70	40-55		50-65		65-80		70-85		75-90		

[그림 - 19] 부적정한 골도차폐 사례(차폐 역치 미기재)

- ▶ 문제점: 좌측귀 2000 Hz 골도차폐를 실시하여 범위를 기재하였으나 역치 표기가 누락되었다.
- ▶ 해결법: 좌측귀 2000 Hz 골도차폐 후 역치 기호 ']'을 해당하는 위치에 기록하여야 한다.

2) 차폐의 정의

차폐(masking)란 양 귀의 청력에 차이가 있을 때, 청력손실이 더 커서 청력이 나쁜 쪽 귀(검사귀, test ear, TE)를 검사할 때, 두개골 진동을 통해 자극 음이 검사하지 않는 좋은 쪽 귀(비검사귀, non test ear, NTE)로 전달되어(cross over) 들리는 현상을 방지하기 위해 좋은 쪽 귀(비검사귀)에 차폐음을 들려주는 것이다. 이러한 현상은 한쪽 귀를 자극한 소리가 반대쪽 귀로 전달될 때 발생하는 소리 에너지의 소실을 뜻하는 양이감쇠(interaural attenuation, IA)값인 약 40 dB 이상의 기도 청력역치 차이가 양귀에 있을 경우 발생한다. 소리를 듣는 감각 현상은 와우에서 발생하므로, 좋은 쪽 귀의 와우에서 소리를 듣는 능력, 즉 좋은 쪽 귀의 골도 청력이 있다면 양귀의 기도 청력 역치가 아니라 나쁜 귀(검사귀)의 기도 청력 역치와 좋은 귀(비검사귀)의 골도 청력 역치 차이가 40 dB 이상일 때도 차폐를 하여야 한다. 차폐음으로는 청력검사에 사용된 순음의 주파수와 일치되는 협대역잡음(narrow band noise)을 사용한다(Martin & Clark, 2018).

3) 차폐 공식

음차폐는 기도 청력과 골도청력 검사에서 모두 실시하는데 차폐를 실시하는 이유도 공식도 다르다.

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-56-2021)에서 공식과 교육 및 실습 자료 공식에서 제시되고 있는 비검사귀의 기도 골도 청력 역치차이(non test ear air bone gap, NTEABG)는 실질적인 검사과정이나 소음성 난청 관련한 검사에서는 거의 사용되지 않는 값이므로 삭제하고 간단명료하게 한글로 풀어쓴 차폐공식 제안은 다음과 같다.

〈표 1〉 차폐공식표기제안

	차폐가 필요한 경우	최소 및 최대 차폐강도수준
기 도 차 폐 검 사	①양귀의 기도 역치 차이가 40 dB이상 ②검사귀 기도 역치와 비검사귀의 골도 역치가 40 dB 이상	◦최소차폐수준: $PL - IA$ ◦최대차폐수준: $PL + IA$
골 도 차 폐 검 사	◦검사귀의 기도골도역치차이가 15dB 이상	◦최소차폐수준: $PL + OE$ ◦최대차폐수준: $PL + IA$

*PL(presentation level): 검사귀(test ear, TE) 즉, 청력이 나쁜 귀에 제시하는 기도전도나 골도전도 신호음 제시 강도, IA(interaural attenuation): 이간감쇠, OE(occlusion effect):폐쇄효과.

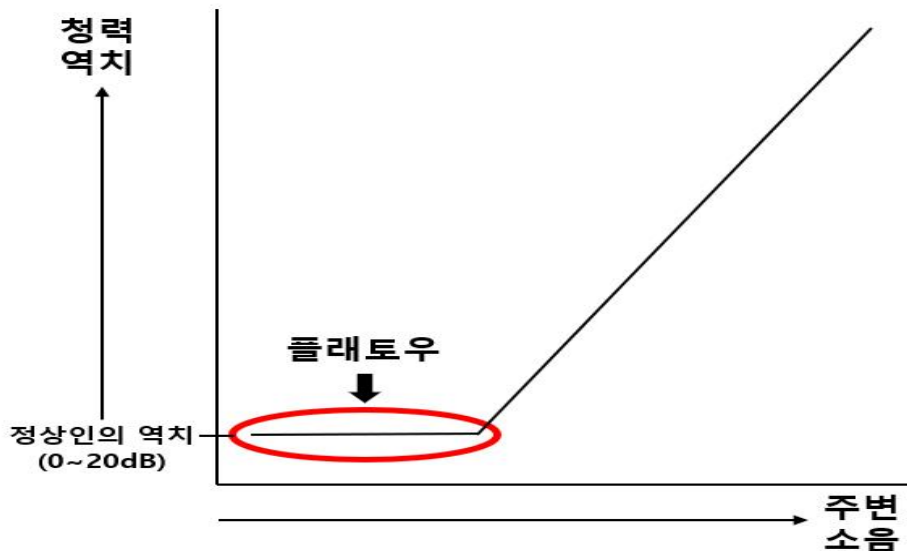
*최소차폐값에 안전값(safety value, SV) 5~10 dB 을 더하여 진행한다. 최대차폐값이 과차폐 경계선으로 불안한 경우만 최대차폐값에 안전값(safety value, SV) 5~10 dB 을 빼고 진행한다. 안전값을 적용한 범위를 유효차폐범위(effective masking, EM)이라 한다.

4) 차폐 방식인 플래토우의 이해

최소와 최대차폐수준이 정확히 계산 되면 실질적으로 차폐를 실시하여 참역치를 구한다. 순음과 유사한 주파수 특성을 보이는 협대역잡음을 차폐소음으로 사용하여 “쉬~”하는 차폐소음을 무시하고 이제까지 들었던 “삐~”하는 순음소리를 소리를 듣고 반응을 해줄 것을 설명한다. 차폐소음을 들으면서도 검사 귀제시한 신호음을 들으면 차폐소음의 강도를 5~10 dB 상승한다. 이렇게 차폐소음을 5~10 dB 씩 연속적으로 2~3회 증가하여도 검사 귀에 제시한 신호음을 같은 강도에서 계속 들으면 참역치이다. 만약 차폐소음을 제시할 때 검사 귀로 신호음을 듣지 못하면 검사 신호음을 5 dB씩 들을 때까지 상승한다.

이렇게 차폐 후 참역치를 구하는 방식은 고전적인 플래토우 방법이다

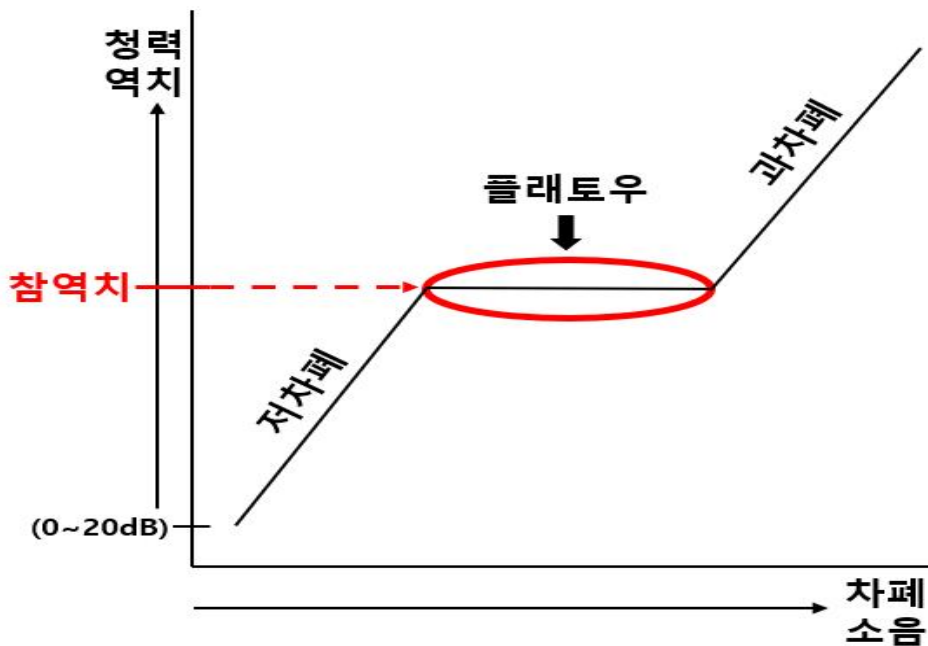
(Hood, 1960). 이 방법은 “주변소음이 증가하면 역치가 증가한다”는 일반적인 소리강도와 역치사이의 관계에 대한 상식에서 출발한다. 이러한 상식은 우리가 주변이 조용하면 작은 소리로 상대방에게 말소리를 전달하다가 주변의 배경소음이 증가하면 말소리를 전하고자 하는 상대방의 청력역치가 증가하였을 거라는 일반적인 상식을 기반으로 자연스럽게 큰소리 강도로 상대방에게 말소리를 전달하는 현상으로 이해할 수 있다. 그러나 역치에서는 주변소음이 조금 증가하여도 소리구분능력, 즉 청력역치가 어느 정도 유지되는 현상이 있는데 이러한 현상은 X-Y 그래프에서 평평한(plateau, 플레토우)곳으로 표현된다. 주변이 조금 시끄러워도 들리는 소리에 집중할 경우, 친숙한 단어(예를 들면 ‘나’의 이름을 부를 경우)나 작은 소리를 들을 수 있는 경험이 있었다면 이러한 현상을 더 잘 이해 할 수 있다.



[그림-21] 정상귀의 주변소음과 청력역치 관계

이러한 능력은 난청이 있어도 그대로 유지되는데, 난청이 있어도 참 청력역

치 부근에서는 주변소음이 조금 증가하여도 소리구분능력, 청력역치가 어느 정도 유지될 수 있다. 이러한 상식을 차폐에 적용하면, 차폐소음을 증가시켜도 소리구분능력이 어느 정도 유지 된다면 참여치로 인정할 수 있다는 이론에서 출발하였다. 따라서 차폐소음을 어느 정도 증가시켜도 소리 듣는 능력이 변화하지 않는 평평한 구간을 플레토우 구간이라 하고 그때의 역치를 참여치라 할 수 있다. 그래서 차폐를 통해 참여치를 구하는 방법을 플레토우 방법이라 한다(Katz, 2014; Martin & Clark, 2018).



[그림-22] 난청귀의 주변소음과 청력역치 관계

플레토우 방법을 이용해서, 주변소음에 해당하는 차폐소음을 점진적으로

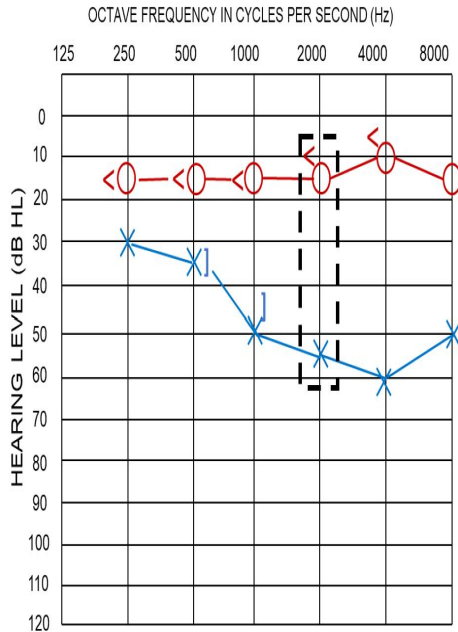
5~10 dB 씩 증가시키며 참여치 구간을 구하게 되면 시간이 오래 걸리고 피검자가 검사에 피로를 느낄 수 있다. 특히 최소차폐음과 최대차폐음 사이의 범위가 매우 적은 경우에 이러한 원리를 적용하면 검사가 용이해진다. 이런 경우는 단 한번의 5~10 dB, 아니 그냥 5 dB의 차폐소음 단 한번의 상승으로 플레토우 구간을 얻어 참여치를 구할 수 있다. 이는 골도 차폐 시 빈번히 발생하는 사례이므로 플레토우 방법을 잘 이해하고 있으면 골도 차폐 시행 시 매우 유용하고 많은 문제를 해결할 수 있다. 단, 최소차폐와 최대차폐값의 범위 계산이 정확하여야 한다. 그러나 차폐구간이 넉넉한 기도 차폐일 경우는 일반적으로 10 dB씩 3번 정도 차폐소음을 상승할 때 변하지 않는 역치구간이 참여치이다.

5) 차폐검사방법

(1) 저차폐 사례

저차폐 (undermasking)는 차폐음 강도가 너무 낮아 검사귀(청력이 나쁜 귀)에 제시한 소리가 여전히 비검사귀(청력이 좋은 귀)에 전달되어 차폐가 되지 않는 경우이다. 보통 차폐소음을 제시하면서 신호음을 제시할 때 소리를 듣지 못해 신호음 제시강도(presentation level, PL)를 5dB씩 3회 정도 상승하면 변화된 신호음 제시강도는 저차폐 수준의 경계값, 즉 반대편 좋은 귀를 자극할 수 있는 값이 된다. 따라서 이 때 3회 정도 5~10 dB씩 상승하면 변화된 신호음 제시강도로 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여야 한다. 이러한 저차폐수준에서는 그대로 진행하거나 다시 계산할 수 있지만 3회를 초과하여 신호음을 상승하면 반드시 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 저차폐가 되지 않도록 하여야 한다. 예를 들면 다음과 같다.

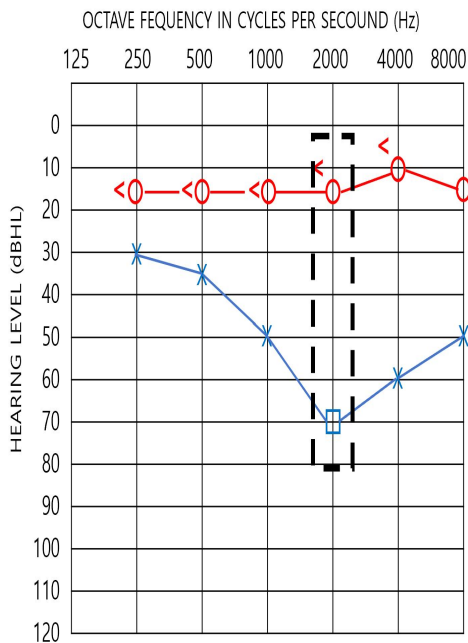
사례1) 2000 Hz의 차폐후 역치가 70 dB / 저차폐 경계수준이지만 재계산



-왼쪽 기도 골도 차폐필요.

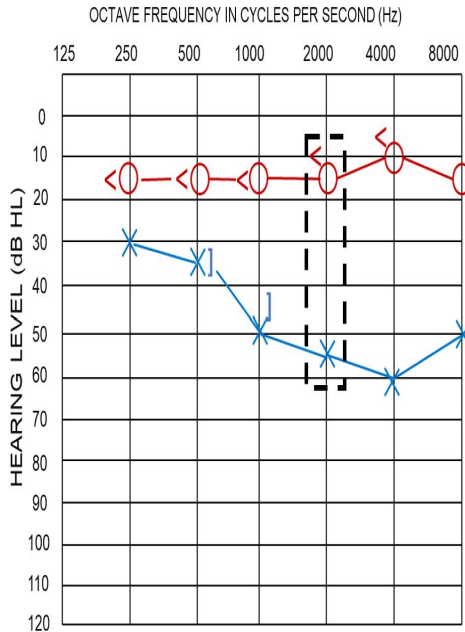
-왼쪽 기도차폐_저차폐의 예.

PL	ML	반응
55	30	N
60	30	N
65	30	N
70	30	Y (저차폐 경계수준)
Min : 70- 40 + 10(SV) = 40 Max : 70 + 40 = 110		
70	40	Y
70	50	Y
70	60	Y
차폐후 참여치= 70 dB 차폐전 역치 = 50 dB 차폐범위= 40~60 dB		

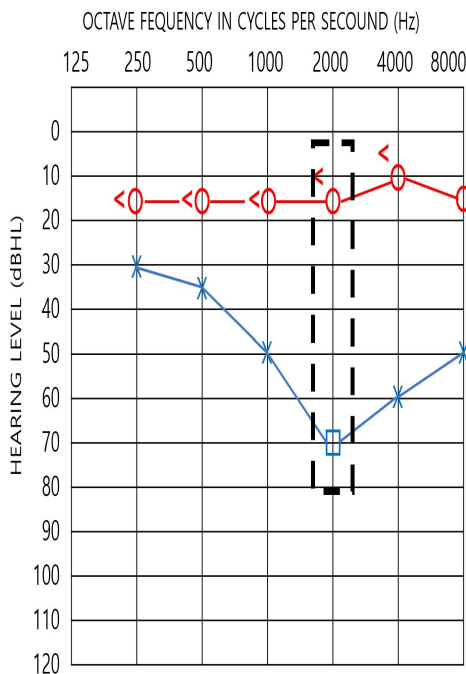


음영된 부분의 PL은 시작 수준인 55 dB에서 3회 5 dB씩 상승시켜 70 dB 이 되었다. 그러나 차폐소음수준 (masking Level, ML)은 그대로 30 dB로 저차폐 경계선인 40 dB(IA)만큼 차이가 나고 있다. 따라서 최소와 최대 차폐수준을 다시 계산하여 차폐를 진행하였다. 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 70 dB이 참여치이다. 저차폐경계선이므로 다시 계산하지 않고 차폐소음을 40 dB로 올려도 플래토우를 구할 수 있으므로 70 dB 이 그대로 참여치이다.

사례2) 2000 Hz의 차폐된 역치가 80 dB/ 확실한 저차폐이므로 재계산하여 진행

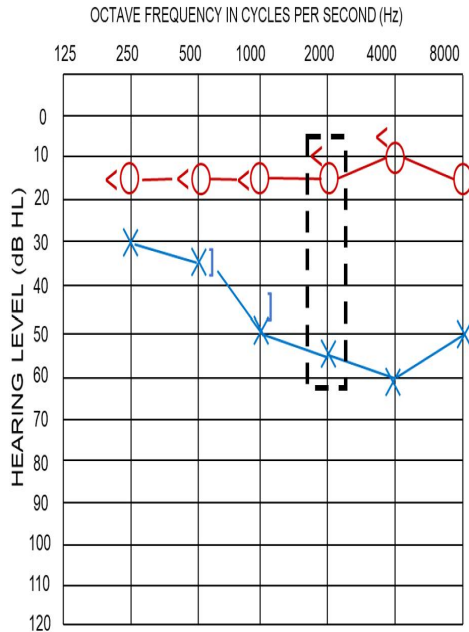


PL	ML	반응
55	30	N
60	30	N
65	30	N
70	30	N
75	30	N (저차폐)
저차폐 : $75 - 30 = 45$ 이므로 IA값(40 dB)보다 커서 PL 75 dB이 반대편 차폐 귀를 자극함 Min : $75 - 40 + 10(SV) = 45$ Max : $75 + 40 = 115$		
75	45	N
80	45	Y
80	55	Y
80	65	Y
차폐후 참여치 = 80 dB 차폐전 역치 = 55 dB 차폐범위 = 45~65 dB		



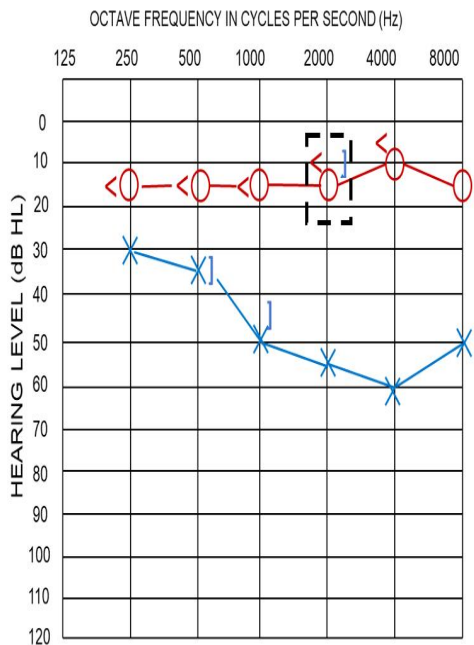
음영된 부분의 PL 시작 수준인 55 dB에서 4회 5 dB씩 상승시켜 75 dB이 되었다. 그러나 차폐소음 수준(masking Level, ML)은 그대로 30 dB로 확실한 저차폐이다. 왜냐하면 45 dB 차이가 나고 있어 40 dB(IA)보다 5 dB 크기 때문에 반대편 오른쪽 귀에 전달 될 수 있다. 따라서 최소와 최대차폐 수준을 다시 계산하여 저차폐가 아닌 수준으로 차폐소음을 제시하며 진행하였다. 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 80 dB이 참여치이다.

사례3) 골도 청력 2000 Hz의 차폐후 역치가 10 dB / 왼쪽 전음성 난청



- 왼쪽 기도 골도 차폐필요.
- 왼쪽 골도 차폐의 예.

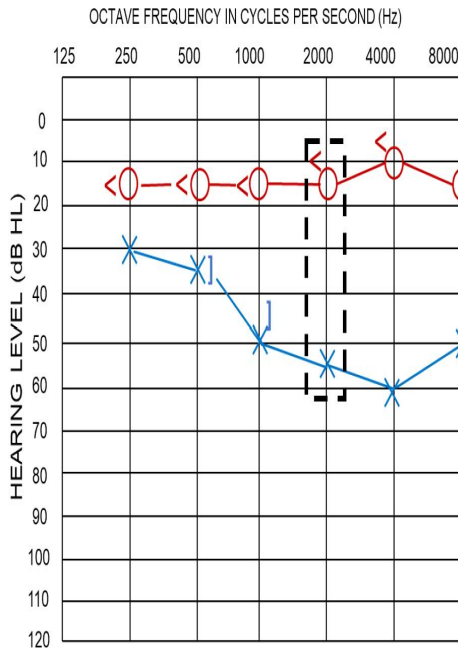
PL	ML	반응
10	25	Y
10	35	Y
10	45	Y
차폐 후 참여치 = 10 dB 차폐전 역치 = 10 dB 차폐범위 = 25~45 dB		



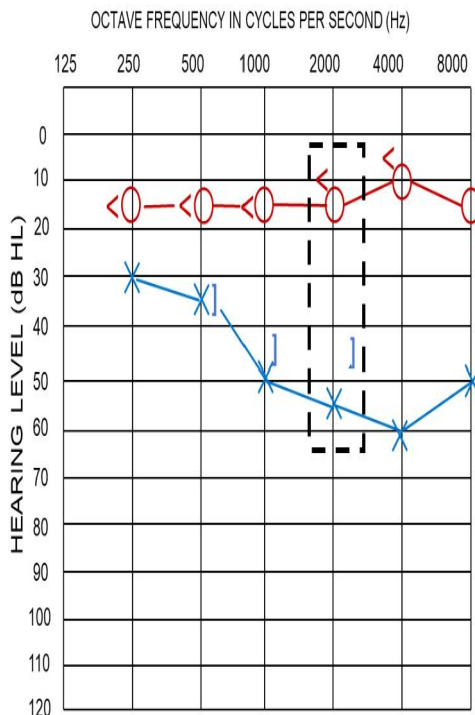
▷PL은 시작 수준인 10 dB에서 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 10 dB이 왼쪽의 골도 참여치이다.

▷그러나 예시에서 왼쪽의 500 과 1000 Hz에서는 ABG이 없어 감각신경성 난청인데 2000 Hz(혹은 4000 Hz)의 고주파수만 ABG이 있는 전음성 난청은 현실적으로 거의 없으니 주의해야한다.

사례4) 골도청력 2000 Hz의 차폐후 역치가 45 dB / 왼쪽 감각신경성 난청



PL	ML	반응
10	25	N
15	25	N
20	25	N
25	25	N
30	25	N
35	25	N
40	25	Y
Min: 40+ 0(OE)+10(SV)= 50 Max : 40 +40 = 80		
40	50	N
45	50	Y
45	60(55)	Y
45	70(60)	Y
차폐 후 참여치 = 45 dB 차폐전 역치 = 10 dB 차폐범위 = 50 ~ 70 dB		



음영된 부분의 PL은 시작 수준인 10 dB에서 6회 5 dB씩 상승시켜 40 dB이 되었다. 그러나 차폐소음 수준(masking Level, ML)은 그대로 25 dB이어서 신호음보다 15 dB 큰 강도의 차폐소음이므로 확실한 저차폐이다. 따라서 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 저차폐가 아닌 수준으로 차폐소음을 제시하며 진행하였다. 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 45 dB가 참여치이다. 단 차폐범위가 좁을 경우 ()와 같이 차폐소음을 5 dB씩 상승시켜도 괜찮다. 이럴 경우 차폐범위는 50~60이다.

(2) 과차폐와 차폐딜레마

과차폐(overmasking)는 차폐소음을 계속 상승시킬 경우 나타나는 현상이다. 차폐소음이 반대쪽 검사귀의 골도 역치보다 커져서 차폐소음이 역으로 검사귀에 신호음으로 전달되어 반응을 하게 하는 것이다. 이렇게 차폐소음 강도가 커지는 현상은 차폐가 불가능할 정도로 청력이 나쁠 경우만 나타나므로 소음성 난청과 관련되어 실질적으로 많이 나타나는 현상은 아니다.

차폐딜레마도 소음성 난청과 관련되어 실질적으로 많이 나타나는 현상은 아니다. 청력손실정도가 큰 양측성 전음성 난청을 가진 경우, 기도 청력역치와 골도 청력 역치가 이간감쇠 이상 차이 날 때 나타난다. 왜냐하면 실질적으로 소리를 감각하는 기관은 와우이므로 골도 청력역치가 기도 보다 좋다면 그 만큼 더 잘 듣게 되는 것이므로 골도차폐공식은 “최소차폐수준: PL+OE” 지만 폐쇄효과로 더 잘 듣게 되는 10~15 dB 값보다 더 큰 비검사귀의 기도골도역치차이(nontest ear air bone gap, NTEABG)가 있다면 최소차폐수준에 더해야 하는 값을 더 잘 듣게 되는 값만큼 더해야 한다. 따라서 OE 대신 NTEABG을 넣어 “최소차폐수준: PL +NTEABG”으로 계산하여야 한다. 예를 들어, 1000 Hz의 기도청력역치가 65 dB 이고 골도청력역치가 20 dB이라면 최소차폐수준은 $20+45=65$ 이고 “최대차폐수준: PL+IA”이므로 최대차폐수준은 $20+40=60$ 이어서 최소와 최대차폐수준값 사이 범위가 -5로 차폐실시가 불가능한 딜레마이다. 이럴 경우 이간감쇠가 60인 삽입형 이어폰을 사용하면 최대차폐수준은 $20+70=90$ 이므로 최소와 최대차폐수준값 사이 범위가 +25이므로 차폐를 실시할 수 있는 범위가 발생하여 차폐가 가능하다.

3. 2차 건강진단 대상자의 선정과 실시에 대한 이해

1차 검사에서 2 kHz 30 dB이상, 3 kHz 40 dB이상, 4 kHz 40 dB이상일 경우에 2차 건강진단 대상이나 이와 관련된 내용이 순음청력검사에 관한 지침(KOSHA GUIDE H-56-2021)에 명시되어 있지 않아 검사자에게 혼돈을 줄 여지가 있었다. 이 내용이 명시된 지침이나 안내가 필요하여 순음청력검사에 관한 지침의 수정을 권고한다.

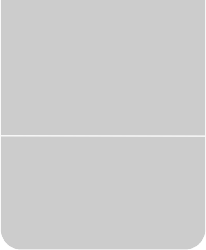
4. 청력검사기의 기능, 음향, 정밀 보정에 대한 이해

기능점검은 사용하는 모든 장비에 대하여 일상적(매일 또는 사용 당일)으로 간략하게 장비의 성능을 확인하도록 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 순음청력검사에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-56 - 2021)에서 “청력검사기와 교정방법”섹션을 통해 보정을 기능점검, 음향 교정, 정밀교정으로 구분하여 시행하도록 지침으로 안내하고 있다. 또한 별지서식으로 청력검사기 일일 점검표(daily calibration checklist)를 10 가지 항목으로 매우 유용한 자료를 제시하고 있다. 그러나 “calibration”이라는 영어 용어에 대한 해석을 보정과 교정이라는 두 개 단어로 사용하고 있었다. 의미는 다 통하게 되는데 그래도 “sound calibration”은 음향 교정보다 음향보정이라는 용어를 사용하기를 권고한다.

부 록 II

순음청력검사에 관한 지침(안)

.....



부 록 II

1. 목적	123
2. 적용범위	123
3. 용어의 정의	123
4. 청력검사기와 보정 방법	125
5. 검사실 환경	129
6. 청력검사 방법	131

표 목차

〈표 1〉 선별청력검사시 주변 환경 허용소음레벨 기준	129
〈표 2〉 정밀청력검사시 청력부스 내 허용소음레벨 기준(ISO 8253-1)	129
〈표 3〉 기도 및 골도차폐의 필요와 최소 최대차폐레벨	139
〈표 4〉 주파수별 폐쇄 효과에 의해 증가하는 음압 수준	140

부록 목차

〈부록 1〉 표준청력도와 기도, 골도역치 표기방법	144
〈부록 2〉 청력검사기 일일 기능 점검표(Daily Calibration Checklist)	145
〈부록 3〉 플래토우의 이해	146
〈부록 4〉 골도 차폐의 예(1)	147
〈부록 4〉 골도 차폐의 예(2)	148
〈부록 5〉 기도차폐-저차폐의 예(1)	149
〈부록 5〉 기도차폐-저차폐의 예(2)	150
〈부록 6〉 순음청력도 작성 방법	151
〈부록 7〉 청력검사지 예시	152

1 목적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제130조(특수건강진단) 및 같은 법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다) 제206조(특수건강진단 등의 검사 항목 및 실시방법 등) 별표 24, 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제4장(소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방), 고용노동부 고시 제2020-60호(근로자 건강진단 실시기준)에 따라 소음발생장소에서 업무를 행하는 근로자에 대한 순음청력검사(이하 “청력검사”라 한다) 및 고용노동부 고시 제2020-61호(특수건강진단기관의 정도관리에 관한 고시) 중 청력정도관리에 필요한 지침을 정함을 목적으로 한다.

2 적용범위

이 지침은 청력정도관리 수행 중에, 판정의사들이 공통적으로 사용할 판정 기준 및 청력판정에 필요한 표준청력도, 청력정밀 검사 문진표 작성법에 대하여 적용한다.

3 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) 순음청력검사는 순음을 통해 주파수별 청력역치레벨(hearing threshold level)을 측정하는 것이다. 이하 “청력검사”라 한다.

(나) “기도전도(이하 “기도”라 한다)”란 음이 공기를 통하여 외이도를 거쳐 내이에 전달되는 과정을 말한다.

(다) “골도전도(이하 ”골도“라 한다)”란 음이 두개골을 통해 내이에 전달되는 과정을 말한다.

(라) “청력역치레벨(이하 ”역치“라 한다)”이란 제시한 자극음을 들을 수 있는 가장 작은 순음의 강도를 말한다.

(마) 청력검사기(audiometer)란 대상자에게 제시하는 명시한 주파수의 자극음, 잡음 등을 발생하는 전기음향기기를 말한다.

(바) “보정청력검사기(calibrated audiometer)”란 청력검사기에서 명시한 주파수와 강도가 검사기에서 실제로 내보내고 있는 주파수와 강도가 동일하고, 지정한 헤드폰으로 검사 신호를 보내며, 외부의 잡음이 없으며, 검사에 필요하지 않은 신호는 발생하지 않는 검사기를 말한다.

(사) “차폐(masking)”란 청력이 나쁜 쪽 귀를 검사할 때 청력이 좋은 쪽 귀가 반응하지 않도록 차폐잡음(masking noise)을 제시하여 좋은 쪽 귀가 반응하지 않게 하는 것을 말한다.

(아) “이간감쇠(interaural attenuation)”란 청력검사 시 검사 측 귀에 음자극을 주면 두개골을 통해서 반대 측 내이의 달팽이관에서도 듣게 되는데 이러한 전달과정에서 음이 약해지는 현상을 말한다.

(자) “폐쇄효과(occlusion effect)”란 골도 청력검사시 반대 측 귀(비검사귀)를 차폐할 때 착용한 헤드폰으로 인해 음압이 증가되어 더 잘 듣게 되는 현상을 말한다.

(차) “청력도(audiogram)”란 주파수별 기도와 골도 역치의 결과를 도표로 나타낸 것을 말한다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 법, 같은 법 규칙 및 보건규칙이 정하는 바에 따른다.

4 청력검사와 보정 방법

4.1 청력검사기

- (1) 청력검사기는 수동식, 자기기록식(Bekeasy라고 알려져 있음) 및 자동식이 있다. 임상에서의 표준 청력검사 방법은 수동식 청력검사기이다.
- (2) 청력검사기는 기본적으로 순음, 주파수변조음(frequency modulated tone)의 자극음과 차폐잡음을 발생하는 신호음발생기 및 어음회로, 귀덮개헤드폰(supra-aural headphone), 삽입이어폰(insert earphone), 골진동기(bonevibrator), 스피커(loudspeaker) 등의 변환기로 구성되어 있다. 자극음은 주파수, 강도 및 연속음 또는 정지음을 선택할 수 있고, 차폐잡음은 협대역잡음(narrow-band noise), 어음잡음(speech noise), 백색잡음(white noise) 중 목적에 따라 선택할 수 있다.
- (3) 청력검사기의 주파수는 적어도 500 Hz에서 8,000 Hz까지, 그리고 헤드폰, 삽입 이어폰, 스피커를 사용할 때의 음압은 -10 dB에서 90 dB HL 이상의 범위에서 검사 할 수 있어야 한다.

- (4) 각 변환기는 해당 청력검사기와 연결한 후 교정하여야 하며, 다른 검사기에는 사용할 수 없다.

4.2 보정 방법

청력검사기의 보정은 기능점검, 음향보정 정밀교정으로 구분하여 시행한다.

4.2.1 기능점검

- (1) 기능점검은 사용하는 모든 장비에 대해서 일상적(매일 또는 사용 당일)으로 간략하게 장비의 성능을 확인하는 과정이다.
- (2) 오디오미터와 부속품을 깨끗이 하고 점검한다. 이어폰 쿠션과 플러그, 주 연결선과 부속 연결선이 마모되거나 손상을 입지 않았는지를 확인한다.
- (3) 장치를 켜고, 예열시간 동안 그대로 둔다(제조자가 예열 시간을 말해 놓지 않았다면 회로를 안정화시키기 위해 10분 정도 둔다). 가능하다면 이어폰과 골도 진동자의 제조 번호를 장비의 제조 번호와 함께 확인한다.
- (4) 청력검사기의 출력이 양쪽 귀에 대해 대략적으로 맞는지 확인하고 10 dB 나 15 dB의 청력레벨과 겨우 들을 수 있는 음에서 스위프를 함으로써 골전도가 대략 맞는지 확인한다. 이러한 시험은 모든 적절한 주파수에서 골진동기뿐 아니라 헤드폰에서도 수행한다.
- (5) 모든 주파수에서 모든 적절한 기능(적절하게 작동하는지 들어 보는 것으로 왜곡, 잡음 등을 확인)을 확인한다. 플러그나 연결선이 단락되지 않았는지, 모든 스위치, 반응을 나타내는 램프가 제대로 작동하는지를 확인한다.

- (6) 피시험자의 신호시스템이 제대로 작동하는지 확인한다.
- (7) 낮은 레벨에서의 소음이나 웅웅거리는 소리, 신호가 다른 채널에서 발생할 때 갑자기 나타나는 원하지 않는 소리 또는 차폐가 발생할 때 음질에서의 어떤 변화를 확인한다. 감쇠기에서 설정한 청력레벨이 모든 명시한 주파수에서 일정하게 나타나게 하고, 음이 전달될 때 전자적이거나 기계적인 소음이 없는 동안 감쇠기가 작동 하는지를 확인한다.
- (8) 헤드셋의 머리띠와 골도진동자의 머리띠가 죄는 정도를 확인한다.
- (9) 검사 대상자의 수준과 기계가 나타내는 수준의 차이가 10 dB 이상일 경우에는 음향교정을 실시하여야 한다.
- (10) 기능점검에는 [부록2] 청력검사기 일일기능 점검표 양식을 활용할 수 있다.

4.2.2 음향보정

- (1) 청력검사기의 정기 음향교정은 연 1회 이상 시행하며 수시 음향교정은 기능점검 값이 10 dB 이상의 오차가 있을 때 실시한다.
- (2) 청력검사기의 음향교정은 IEC 61672-1 또는 그 이상의 성능을 가진 소음 측정기로 실시한다.
- (3) 청력검사기의 음향교정은 출력음압레벨의 점검과 직선성 검사를 하여야 하며 출력음압레벨의 허용오차는 500~3,000 Hz에서 3 dB, 4,000 Hz에

서 4 dB, 6,000 Hz와 8,000 Hz에서 5 dB 이내이어야 한다. 직선성 검사 시 허용오차는 15 dB 이내이어야 한다.

(4) 허용오차를 벗어날 경우는 정밀교정을 실시한다.

4.2.3 정밀교정

(1) 정밀교정은 기능점검과 음향교정을 제대로 시행하였다면 반드시 필요한 것은 아니다. 정밀교정은 청력검사기의 내부의 조절기를 조절하거나 부품을 교체해야 하는 경우가 있을 수 있으므로 장비의 심각한 결함, 수화기의 음압에 있어서 오차가 발생할 때 또는 오랜 시간이 지났을 때 장비가 명세서대로 작동하지 않는다는 의심이 있을 때 또는 음향보정에서 15 dB 이상 차이가 발생하는 경우에 실시한다.

(2) 검사기관에 의뢰하여 음압레벨과 직선성 검사, 주파수의 정확성과 검사음의 변조평가, 헤드폰의 잡음과 채널 혼선의 측정 등을 실시한다.

(3) 검사기관에서 발행한 정밀교정 기록은 당해 청력검사기를 폐기할 때까지 보존한다.

4.3 보정 기록

(1) 기능점검과 음향보정에 대한 결과는 기록용지에 작성하고 서명날인 하여야 하며, 정밀교정 기록은 검사 기관에서 받아 보관한다.

(2) 모든 기록은 당해 청력검사기가 폐기될 때까지 보존한다.

5. 검사실 환경

5.1 최대 허용소음레벨

(1) 청력검사를 실시하는 장소는 조용하여 심리적으로 안정될 수 있는 곳이어야 한다.

(2) 검사실 환경의 소음레벨은 정확한 청력역치 측정을 위한 검사에 방해가 되지 않을 정도로 낮아야 한다.

<표 1> 선별청력검사시 주변 환경 허용소음레벨 기준

OSHA's HCA	Maximum Permissible Octave-Band SPL (dB)						
	Octave-Band Center Frequency (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	—	—	40	40	47	57	62

OSHA; Occupational Safety and Health Administration, HCA; Hearing Conservation Amendment

<표 2> 정밀청력검사시 청력부스 내 허용소음레벨 기준(ISO 8253-1)

1/3 옥타브밴드중심 주파수 Hz	최대허용대기음압레벨 L_{max} (기준 : 20 μ Pa) dB	
	기도 청력검사	골도 청력검사
125	51	28
250	37	13
500	18	8
1,000	23	7
2,000	30	8
4,000	36	2
8,000	33	15

※ 측정조건 설정 Frequency weighting : Z(Linear); Time weighting(response time) : Slow; Mode : SPL; 측정시간 : 1분 이상; 청력검사를 진행할 때와 동일한 환경에서 측정.

(3) 선별청력검사로서 단일 주파수나 몇 개의 주파수를 사용할 경우

(출장 검진의 경우에 해당)의 주변 환경의 허용소음레벨은 <표1>을, 역치 검사를 500~8,000 Hz의 범위에서 측정하는 정밀청력검사를 할 때(원내 청력부스 안에서의 검진의 경우에 해당)의 청력검사실 내의 최대 허용 소음레벨은 <표2>를 각각 적용한다.

5.2 소음측정기

소음수준의 측정에 사용하는 소음측정기(sound level meter)는 옥타브 필터측정력을 갖춘 IEC 61672-1 기준 또는 그 이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

5.3 소음 측정방법

- (1) 청력검사실 내 소음레벨의 측정은 청력검사를 받을 피검자의 귀 위치에서 실시하여야 하며 측정 시 측정자의 신체가 소음레벨 측정에 영향을 주어서는 안 된다.
- (2) 소음레벨 측정은 청력검사시 소음이 발생할 것으로 예상되는 모든 기기, 예를 들면 공기정화기, 조명, 전원, 청력검사기 등을 모두 가동한 상태에서 실시한다.

5.4 측정 주기

청력검사실 내 소음레벨의 측정은 출장 건강진단의 경우는 해당일, 내원 건강진단의 경우에는 장소, 환경 및 소음원의 변동이 없는 경우 연 1회 이상 측정한다.

5.5 기록의 보존

청력검사 실내의 소음레벨을 측정한 결과는 기록하여 보존한다.

6. 청력검사 방법

6.1 청력검사 방법의 개요

- (1) 피검자가 헤드폰을 통해 소리를 감지하면 손을 들거나 반응스위치를 눌러서 반응하게 한다.
- (2) 검사자는 양쪽 귀에서, 각 주파수에서 역치를 결정할 때까지 정해진 방법에 의하여 순음 강도를 변화시켜 나간다.

6.2 청력검사를 하기 위한 사전 준비

- (1) 당일 첫 검사를 하기 전에 10분 이상 청력검사기를 가동시켜 예열한다.
- (2) 10분 이상 가동된 청력검사기의 작동상태(기능)를 완전하게 점검한다.
- (3) 기능점검을 실시한 후 그 결과를 기록·보존한다.

6.3 청력검사를 위한 유의사항

- (1) 청력검사는 소음 노출이 중단된 후 14시간 이상 경과한 피검자에 대해서만 실시한다.

- (2) 피검자에게 청력검사의 목적과 반응방법에 대해 설명한다.
- (3) 검사 도중 일련의 음을 듣게 될 것이라고 알려주며, 음을 들었거나 들었다고 생각할 때 즉시 반응하도록 지시한다.
- (4) 피검자의 반응은 반응스위치를 누르거나 손을 들게 한다.
- (5) 피검자는 검사자가 청력검사기를 조작하는 것을 보지 못하게 한다.
- (6) 검사 전에 귓바퀴에 헤드폰을 정확하게 장착하기 위하여 안경, 머리핀, 헤어밴드, 클립, 껌 등은 검사 전에 제거한다. 그리고 헤드폰 아래 귓바퀴가 접히지 않도록 주의하며 헤드폰과 귓바퀴 사이에 머리카락이 끼지 않게 한다.

6.4 기도 청력검사 방법

6.4.1 선별청력검사

일반건강진단에서 1,000 Hz, 특수건강진단에서 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz에서 청력을 확인한다.

6.4.2 정밀청력검사

삼입권고: 선별청력검사(1차 소음특수건강진단) 실시 후 2,000 Hz 30 dB 이상, 3,000 Hz 40 dB 이상, 4,000 Hz 40 dB 이상으로 어느 한 주파수에 서라도 나타나면 정밀청력검사(2차 소음특수건강진단)를 실시하여야 한다.

- (1) 헤드폰은 음원의 중심부가 외이도 중심축과 직각이 되도록 잘 착용시킨다
(적색 : 오른쪽 귀, 청색 : 왼쪽 귀).
- (2) 헤드폰은 검사자가 씌워주어야 하며 피검자가 되도록 만지지 않게 한다.
- (3) 청력검사는 청력이 더 좋은 쪽부터 시작하며 어느 쪽이 더 청력이 좋은지 모르는 경우에는 오른쪽 귀부터 실시한다.
- (4) 주파수는 1,000 Hz부터 시작해서 2,000 Hz, 3,000 Hz, 4,000 Hz, 6,000 Hz, 8000 Hz의 순으로 검사하고 1,000 Hz에서 재검사를 한 후 500 Hz, 250 Hz의 순으로 한다.
- (5) 신호의 제시 방법에는 상승법, 하강법, 수정상승법이 있으며 이 중 수정상승법을 표준청력검사로 사용한다.
- (6) 수정상승법은 30 dB HL에서 시작하여, 피검자가 들을 수 있을 때까지 20 dB씩 상승시킨다.
- (7) 검사자가 보낸 신호에 피검자가 일단 반응한 후에는, 피검자가 음을 들을 수 없어서 반응을 하지 않을 때까지 다시 10 dB씩 강도를 줄여 나간다.
- (8) 피검자가 신호음에 반응하지 않는 강도에 도달했을 때, 검사신호에 대한 반응이 관찰될 때까지 강도를 다시 5 dB씩 높인다.
- (9) 피검자가 신호음에 다시 반응하면 신호음의 강도를 10 dB씩 줄인

다(5 dB증가, 10 dB 감소의 규칙을 따른다).

- (10) 역치가 결정될 때까지 10 dB 하강, 5 dB 상승과정을 반복한다.
- (11) 역치는 수정상승법의 일련의 과정 중에서 피검자가 동일한 주파수에서 3회의 신호를 보낸 것 중 적어도 2회 이상의 반응을 보이는 가장 낮은 수준으로 정의한다.
- (12) 자극지속시간으로 음을 1~2초간 주어야 하며 자극간격은 불규칙적으로 한다.
- (13) 1,000 Hz에서 행한 재검사 결과가 이전 검사결과와 ± 10 dB 이상이면, 다시 설명하고 재검사를 실시한다.
- (14) 같은 방법으로 다른 귀에 대해 검사한다.
- (15) 청력도에 역치를 기록한다. 우측 귀의 기도 역치는 빨간색 '○'으로 표기하며, 좌측 귀의 기도 역치는 파란색 '×'으로 표기한다 ([부록 1]: 표준청력도와 기도, 골도 역치 표기 방법).
- (16) 검사자는 피검자의 이름, 검사 날짜를 기입한 후 청력도에 서명한다.

6.5 골도 청력검사 방법

삽입권고: 기도 청력검사상 역치가 20 dB이상이어서 난청이 있는 것으로 나타난 경우, 이러한 난청의 종류가 전음성 난청인지, 감각신경성 난

청인지, 혼합성 난청인지 확인하기 위하여 골도청력검사를 실시한다.

- (1) 골진동기를 유양돌기 부분에 고정시키고 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 Hz에서 역치를 측정한다.
- (2) 골진동기의 착용 부위만 제외하고는 검사 방법에 있어서 기도 청력검사 방법과 동일하다.
- (3) 청력도에 역치를 기록한다. 우측 귀의 골도역치는 빨간색 ‘<’으로 표기하며, 좌측 귀의 골도 역치는 파란색 ‘>’으로 표기한다 ([부록1] 표준청력도와 기도, 골도역치 표기 방법).

6.6 차폐 방법

6.6.1 기도 청력검사 차폐

- (1) 기도 청력검사시 난청이 심한 쪽을 검사할 때 자극음이 반대쪽 귀로 교차하여 좋은 쪽 귀가 반응하지 않도록 차폐잡음을 주어 차단한다.
- (2) 임상현장에서 전 주파수에 평균적으로 적용되는 헤드폰의 양귀 사이의 이간감쇠(interaural attenuation) 레벨은 40 dB이며, 삽입이어폰의 경우 60 dB 이다.
- (3) 기도 청력검사 차폐가 필요한지 판단은 다음과 같다. 기도 청력검사에서 검사 귀(청력이 나쁜 귀, TE)에 제시한 큰 소리가 반대 측 귀로 전달되어 비검사 귀(청력이 좋은 귀, NTE)의 기도 혹은 골도

로 이를 들을 수 있다면 차폐가 필요하다. 즉 검사 귀의 기도 역치에서 이간감쇠를 뺀 값이 비검사귀의 기도 역치 혹은 골도역치와 같거나 큰 경우, 기도 청력검사 차폐가 필요하다 <표 3>.

- (4) 최소 유효차폐수준을 결정한다. 검사 귀에 제시한 소리가 비검사 귀로 전달된 경우 전달된 소리보다 5~10dB 안전값(safety value, SV)을 더한 큰 소리를 차폐소음으로 제시하면서 동시에 검사귀에는 검사 신호음을 제시한다. 최대차폐수준은 안전값을 뺀다. 그러나 일반적으로 검사를 진행할 수 없을 만큼 차폐범위가 크지 않으면, 최대유효 차폐수준은 안전값을 계산하지 않아도 된다.
- (5) 순음과 유사한 주파수 특성을 보이는 협대역잡음을 차폐소음으로 사용한다. 피검자의 양측 귀에 서로 다른 종류의 소리를 제시하게 되므로 검사자는 피검자에게 “쉬~”하는 차폐소음을 무시하고 이제까지 들었던 “삐~”하는 소리를 듣고 반응을 해줄 것을 설명한다.
- (6) 차폐소음을 들으면서도 검사 귀에 제시한 신호음을 들으면 차폐소음의 강도를 5~10 dB 상승한다. 이렇게 차폐소음을 5~10 dB 씩 연속적으로 2~3회 증가하여도 검사 귀에 제시한 신호음을 같은 강도에서 계속 들으면 참여치이다. 만약 차폐소음을 제시할 때 검사 귀로 신호음을 듣지 못하면 검사 신호음을 5 dB씩 들을 때까지 상승한다. 기도차폐의 경우, 최소와 최대 차폐 범위는 -40 dB 과 +40 dB이므로 언제나 80 dB이 확보되어 넉넉하다. 따라서 차폐소음을 10 dB씩 3회 증가시켜 참여치를 구할 수 있다([부록3] 플래토우의 이해).
- (7) 차폐 후 역치 표기는 다음과 같다. 청력도에 차폐 후 기도 역치를 표기

한다. 차폐 전 기도 역치는 [부록 7]의 청력검사지 예시에 제시한대로 차폐범위와 함께 기입한다. 차폐 시행 후 우측 귀의 기도 역치는 빨간색 ‘△’으로 표기하며, 차폐 시행 후 좌측 귀의 기도 역치는 파란색 ‘□’으로 표기한다([부록1] 표준청력도와 기도, 골도역치 표기방법).

- (8) 차폐음 범위 표기는 다음과 같다. 검사 귀의 반응 여부에 따라 차폐음의 범위가 함께 변화하므로 어느 정도의 차폐음을 제시하였는지 차폐범위를 기록해야 한다. 차폐음의 최소 레벨부터 최대 레벨을 모두 적는 것이 아니라 차폐소음을 연속 증가하였을 때 검사 귀에서 연속 반응한 범위를 써야 함에 주의하게 한다. 기도차폐에서 우측 귀가 청력이 나쁜 귀(검사 귀)였고 좌측 귀가 청력이 좋은 비검사 귀였다면 차폐음 범위는 실제로 차폐음을 제시한 좌측 귀, 즉 차폐귀에 차폐 범위를 기입한다.

6.6.2 골도 청력검사 차폐

- (1) 좌측 귀의 골도 청력검사를 위해 좌측유양돌기에 골진동기를 위치시키고 소리를 제시하면 좌측 내이뿐 아니라 우측 내이에도 소리 에너지가 전달된다. 어느 쪽 귀에 골진동기를 위치하였던 상관없이 양이에 모두 소리가 전달되므로 골도 검사 시 적용하는 이간감쇠 값은 0 dB이다.
- (2) 골도차폐가 필요한지 판단은 다음과 같이 한다. 검사 귀의 기도와 골도역치를 확인한 결과 검사 귀의 차폐 후 기도역치보다 골도역치가 15 dB 이상 더 좋다면 검사 귀의 반응인지 비검사 귀가 대신 들은 반응인지 알 수 없으므로 비검사 귀를 차폐하여야 한다(표3). 즉, 검사 귀 청력역치의 기도골도차(ABG)가 15 dB 이상이면 검사 귀의 골도역치

가 검사 귀의 참 역치인지 확인하기 위해 골도 차폐를 시행해야 한다([부록4] 골도 차폐의 예(1)/(2)).

- (3) 최소 유효차폐수준을 결정한다. 골진동기를 사용할 경우 이간감쇠가 없으므로($IA=0$) 기도 청력검사와 다른 방법으로 차폐를 실시해야 한다. 골도차폐를 위해 비검사 귀에 차폐음을 제시하기 위해 헤드폰이나 삽입이어폰을 착용하게 된다. 이와 같이 헤드폰 혹은 삽입이어폰으로 외이도를 막을 경우저주파수 소리가 더 잘 들리는 현상인 폐쇄효과(occlusion effect, OE)가 발생한다. 따라서 더 잘 들리게 된 값만큼 차폐소음의 강도를 더 크게 하여 최소 유효차폐레벨을 구한다<표 3>.
- (4) 기도 청력검사 차폐와 마찬가지로 협대역잡음을 차폐소음으로 사용한다. 비검사 귀에 귀마개헤드폰 혹은 삽입이어폰을 착용하여 기도로 차폐소음을 제시하고, 검사 귀에 골진동기를 착용하여 골도로 검사 신호음을 제시한다.
- (5) 골도 청력검사 차폐 시 헤드폰과 골진동기를 함께 착용하여야 하므로 대상자가 불편할 수 있음을 미리 알려주는 것이 좋다. 피검자에게 “쉬~”하는 차폐소음은 무시하고 이제까지 들었던 “삐~”하는 검사 신호음을 듣고 반응을 해줄 것을 설명한다.
- (6) 차폐소음을 들으면서도 검사 귀가 신호음을 들으면 차폐소음의 강도를 5~10 dB 상승한다. 이렇게 차폐소음을 5~10 dB 씩 연속적으로 2~3회 증가하여도 검사 귀에 제시한 신호음을 같은 강도에서 계속 들으면 참역치이다. 만약 차폐소음을 제시할 때 검사귀로 신호음을 듣지 못하면 검사 신호음을 5 dB씩 들을 때까지 상승한다. 최소와 최대차폐의 범위가 매우 적을 수 있는 골도차폐의 경우

는 단 한번의 5~10 dB 차폐소음 상승으로 플레토우 구간을 얻어 참여치를 구할 수 있다([부록3] 플레토우의 이해).

(7) 차폐 후 역치 표기는 다음과 같다. 청력도에 차폐 후 골도 역치를 표기한다. 차폐 전 골도 역치는 [부록 7]의 청력검사지 예시에 제시한대로 차폐범위와 함께 기입한다. 차폐 시행 후 우측 귀의 골도역치는 ‘[,차폐후 좌측 귀의 골도역치는’]’ 로 표기한다([부록1] 표준청력도와 기도, 골도역치 표기방법).

(8) 차폐음 범위 표기는 위의 기도 청력검사차폐를 위한 방법과 같다.

6.6.3 차폐공식(삽입권고)

〈표 3〉 기도 및 골도차폐의 필요와 최소 최대차폐강도수준

	차폐가 필요한 경우	최소 및 최대 차폐강도수준
기도 차폐 검사	①양귀의 기도 역치 차이가 40 dB이상 ②검사귀 기도 역치와 비검사귀의 골도 역치가 40 dB 이상	◦최소차폐수준: $PL - IA$ ◦최대차폐수준: $PL + IA$
골도 차폐 검사	◦검사귀의 기도골도역치차이가 15 dB 이상	◦최소차폐수준: $PL + OE$ ◦최대차폐수준: $PL + IA$

*PL(presentation level): 검사귀(test ear, TE) 측, 청력이 나쁜 귀에 제시하는 기도전도나 골도전도 신호음 제시 강도, IA(interaural attenuation): 이간감쇠, OE(occlusion effect):폐쇄 효과.

*최소차폐값에 안전값(safety value, SV) 5~10 dB을 더하여 진행한다. 최대차폐값이 과차

폐 경계선으로 불안한 경우만 최대차폐값에 안전값(safety value, SV) 5~10 dB 을 빼고 진행한다. 안전값을 적용한 범위를 유효차폐범위(effective masking, EM)이라 한다.

- (1) 폐쇄 효과는 골도검사 시 반대측 귀를 차폐할 때 이어폰 때문에 음압이 증가되어 더 잘 듣게 되는 현상으로 주파수별 증가하는 음압은 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 주파수별 폐쇄 효과에 의해 증가하는 음압 수준

주파수(Hz)	250	500	1,000	2,000 이상
헤드폰	15	15	10	0

- (2) 저차폐 (undermasking)는 차폐음 강도가 너무 낮아 검사귀(청력이 나쁜 귀)에 제시한 소리가 여전히 비검사귀(청력이 좋은 귀)에 전달되어 차폐가 되지 않는 경우이다. 보통 차폐소음을 제시하면서 신호음을 제시할 때 소리를 듣지 못해 신호음 제시강도(presentation level, PL)를 3회 정도 상승하면 변화된 신호음 제시강도는 저차폐 수준의 경계값, 즉 반대편 좋은 귀를 자극할 수 있는 값이 된다. 따라서 이 때 3회 정도 5 dB씩 상승하면 변화된 신호음 제시강도로 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여야 한다. 이러한 저차폐수준에서는 그대로 진행하거나 다시 계산할 수 있지만 3회를 초과하여 신호음을 상승하면 반드시 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 저차폐가 되지 않도록 하여야 한다([부록5] 기도차폐-저차폐의 예 (1)/(2)).

- (3) 과차폐(overmasking)는 차폐소음을 계속 상승시킬 경우 나타나는 현상이다. 차폐소음이 반대쪽 검사귀의 골도 역치보다 커져서 차폐소음이 역으로 검사귀에 신호음으로 전달되어 반응을 하게 하는

것이다. 이렇게 차폐소음 강도가 커지는 현상은 차폐가 불가능할 정도로 청력이 나쁜 경우에만 나타나므로 소음성 난청과 관련되어 실질적으로 많이 나타나는 현상은 아니다.

- (4) 차폐딜레마는 소음성 난청과 관련되어 매우 드물게 나타나는데, 청력손실정도가 50~60 dB이상인 양측성 전음성 난청을 가진 경우에 나타나는 현상이기 때문이다. 골도 차폐시 폐쇄효과(OE)로 더 잘 듣게 되는 10~15 dB 값보다 비검사귀의 기도골도역치차이(nontest ear air bone gap, NTEABG)가 더 클 때 나타나는 현상이다. 왜냐하면 최소차폐수준에 더해야 하는 값을 OE인 10~15dB 대신 NTEABG값(예를 들면 45 dB)을 더해야 하는데, 이 경우, 최소차폐값(PL + OE 대신 PL + NTEABG 사용)으로 PL에 45를 더하고, 최대차폐값(PL + IA)으로 PL에 40을 더하므로 최소와 최대차폐범위가 -5로 차폐가 불가능한 딜레마이다. 실질적으로 60 dB 이상의 양측성 전음성 난청 때문에 나타나는 차폐딜레마현상에는 IA값이 60 dB인 삽입형 이어폰을 사용하면 해결이 가능하다. 왜냐하면 최대차폐값(PL + IA)의 공식에 40대신 60을 더하여 약 15 dB의 범위가 발생하여 플래토우를 구하기 위해 차폐소음을 5dB 1~2회 상승이 가능하기 때문이다.

6.7 청력도 작성 방법

- (1) 청력역치는 검사 후 청력도에 기입한다.
- (2) 청력도는 다음과 같이 표시한다([부록1] 표준청력도와 기도, 골도역치 표기 방법).

(가) 청력도에서 가로축은 소리의 주파수(단위 : Hz)를 표시하며 125~8,000 Hz를 포함한다. 세로축은 소리의 강도(단위 : dB HL)를 표시하며 -10~ 120 dB HL을 포함한다.

(나) 가로축의 1옥타브 길이와 세로축의 20 dB HL 길이는 서로 상응하여 정사각형을 이룬다.

(다) 1옥타브 주파수 간격선(500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 Hz)과 10 dB HL 간격선은 실선으로 그리며, 반 옥타브(750, 1,500, 3,000, 6,000 Hz)는 점선으로 그린다.

(라) 0 dB HL은 굵은선으로 눈에 띄게 표시한다.

(3) 청력역치는 [부록1] 표준청력도와 기도, 골도 역치 표기 방법의 기호로 다음과 같이 표시한다([부록6] 순음청력도 작성 방법).

(가) 오른쪽 귀의 청력역치는 적색, 왼쪽 귀는 청색으로 표시한다.

(나) 기도역치 기호는 기호의 중간점이 검사 주파수(Hz) 수직축과 청력수준(dB HL) 수평축의 교차점을 중심으로 위치한다. 동일 주파수에 대한 좌우 기도역치가 동일하다면 각 기호는 같은 위치에 겹쳐서 위치한다. 차폐를 하지 않은 기도역치는 오른쪽 '○', 왼쪽 '×'로 표시하며, 기도 차폐역치는 오른쪽 '△', 왼쪽 '□'로 표시한다.

(다) 골도역치 기호는 청력수준 수평축을 중심으로 오른쪽 기호는 검사 주파수 수직축 왼쪽에, 왼쪽 기호는 검사 주파수 수직축 오른쪽에 위치한다. 골도역치 기호는 검사 주파수 수직축에 가깝지만 주파수 수직축

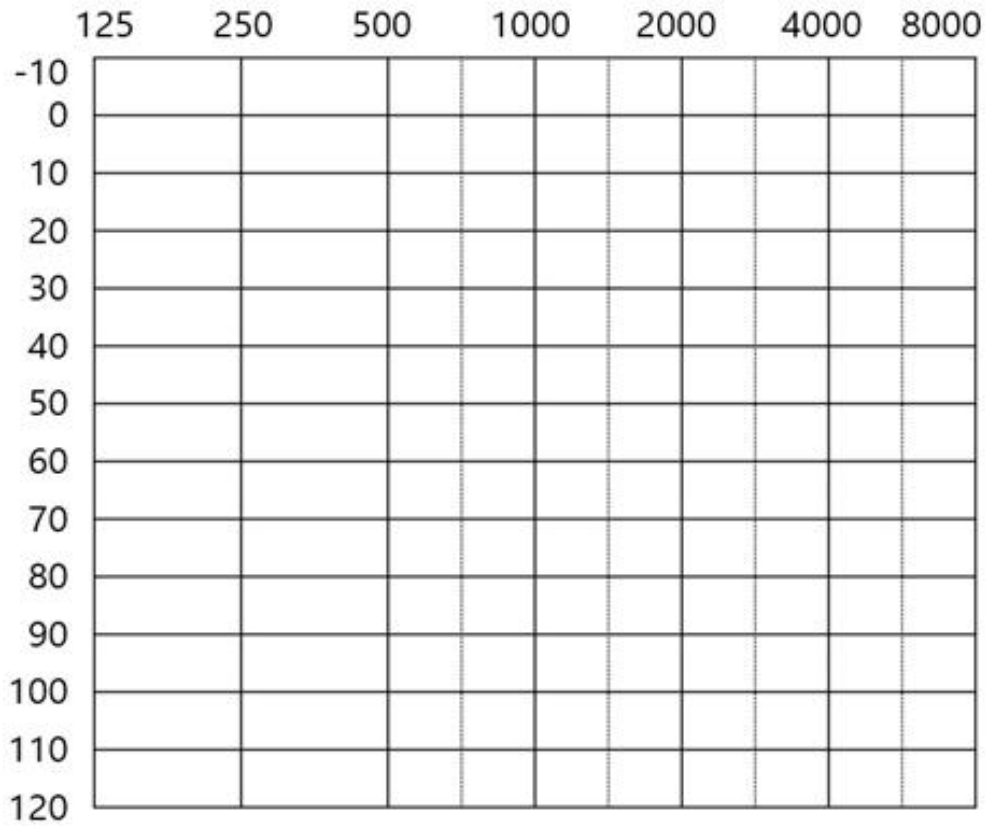
및 기도역치 기호와 접촉하지 않게 위치한다. 차폐를 하지 않은 골도 역치는 오른쪽 ‘<’, 왼쪽 ‘>’로 표시하며, 골도 차폐역치는 오른쪽 ‘[’, 왼쪽 ‘]’로 표시한다.

(라) 청력검사기의 최대출력에 해당하는 소리를 제시하였는데도 검사 귀에서 들었다고 반응이 없으면(무반응), 해당하는 기호 아래에 화살표를 붙여 반응이 없었음을 표기한다. 오른쪽 기호의 화살표는 왼쪽 45도 각도로 그리고, 왼쪽 기호의 화살표는 오른쪽 45도 각도로 그린다.

(4) 기도역치 기호는 직선으로 연결한다. 골도역치 기호는 선으로 연결하지 않으나, 기도-골도 역치 차이가 있을 경우 점선으로 연결할 수 있다. 선은 역치 기호에 인접하게 그리되 닿거나 통과하지 않는다. 무반응 기호는 선으로 연결하지 않는다.

(5) 청력검사지에는 검사일시, 수검자·검사자 정보, 차폐 범위 등을 기재하고 판정에 도움이 되는 이경 검사·고막운동성검사 결과, 과거 귀 질환 관련정보, 소음노출 시기와 기간 정보 등을 정보를 포함할 수 있다. 이러한 내용을 모두 기재할 수 있는 청력검사지를 ([부록7] 청력검사지 예시) 제시하였다.

[부록1] 표준청력도와 기도, 골도역치 표기방법



종류		반응		무반응	
		우	좌	우	좌
기도	비차폐	O	X	△ O	X △
	차폐	△	□	△ △	□ △
골도	비차폐	<	>	△ <	> △
	차폐	[	]	△ [	] △

[부록2] 청력검사기 일일 기능 점검표(Daily Calibration Checklist)

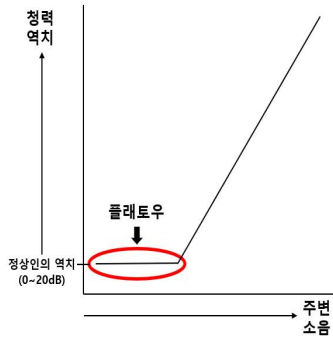
● 청력검사기명 : _____ SN _____

● 점검 일 시 : _____ 년 _____ 월 _____ 일

번 호	항 목	검 점 방 법	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	이어폰 코드 (Earphone cords)	2000 Hz 순음용 30 dB HL에서 청진, 코드의 연결부근을 흔들면서 적각기라는 소리 또는 끊어지는 소리가 없는지 확인.																															
2	강도 (Output levels)	각 주파수에서 30 dB HL로 두 이어폰의 강도가 동일함을 확인.																															
3	주파수 (Frequencies)	60 dB HL에서 250부터 8000 Hz까지 주파수를 변화시킬 때 일정한 변화량을 확인.																															
4	강도 변화 (Attenuator)	2000 Hz에서 0~90 dB HL까지 강도를 증가시킬 때 적각기라는 소리 또는 강력스런 증가가 없는지 확인.																															
5	Interrupter 스위치	2000 Hz 60 dB HL에서 스위치를 켜고 끌 때 부드럽고 적각기라는 소리가 없는지 확인.																															
6	어음 회로 (Speech Circuit)	미이코를 통해 50 dB HL에서 VI marker를 0으로 맞추고 말할 때 청각자가 이어폰에서 음절 이상음만을 확인.																															
7	스피커 강도 (Speaker Output)	미이코를 통해 50 dB HL에서 VI marker를 0으로 맞추고 말할 때 청각자가 스피커의 음절 이상음만 확인.																															
8	골 진동 세 (Bone Oscillator)	2000 Hz 순음 50 dB HL에서 음절 이상음만 확인.																															
9	청력역치 수준이 안정된 사람의 어지 수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 1000 Hz, 4000 Hz의 순음에 대한 역치선이 같음(10 dB 이내)	오른쪽 귀 왼쪽 귀																															
10		4000 Hz 오른쪽 귀 왼쪽 귀																															
11	서명(Sign)																																

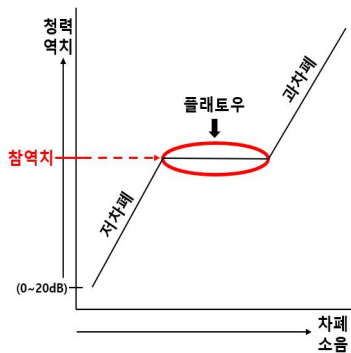
[부록3] 플래토우의 이해

플래토우의 이해



플래토우방법은 “주변소음이 증가하면 역치가 증가한다”는 일반적인 소리강도와 역치사이의 관계에 대한 상식에서 출발한다. 이러한 상식은 우리가 주변이 조용하면 작은 소리로 상대방에게 말소리를 전달하다가 주변의 배경소음이 증가하면 말소리를 전하고자 하는 상대방의 청력역치가 증가하였을 거라는 일반적인 상식을 기반으로 자연스럽게 큰소리 강도로 상대방에게 말소리를 전달하는 현상으로 이해

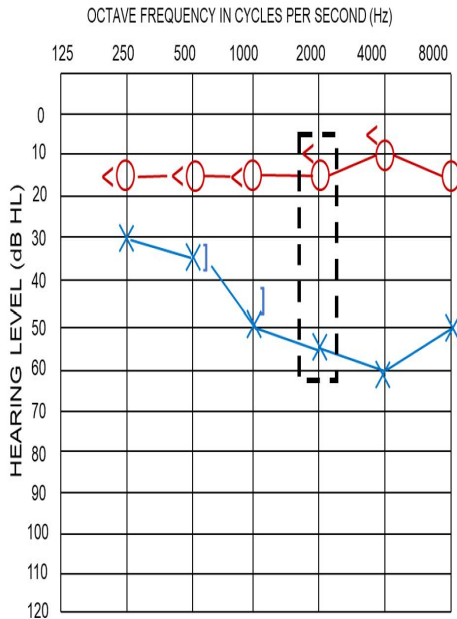
할 수 있다. 그러나 역치에서는 주변소음이 조금 증가하여도 소리구분능력, 즉 청력역치가 어느 정도 유지되는 현상이 있는데 이러한 현상은 X-Y 그래프에서 평평한(plateau, 플래토우)곳으로 표현된다. 주변이 조금 시끄러워도 들리는 소리에 집중할 경우, 친숙한 단어(예를 들면 ‘나’의 이름을 부를 경우)나 작은 소리를 들을 수 있는 경험이 있었다면 이러한 현상을 더 잘 이해 할 수 있다.



이러한 능력은 난청이 있어도 그대로 유지되는데, 난청이 있어도 참 청력역치 부근에서는 주변소음이 조금 증가하여도 소리구분능력, 청력역치가 어느 정도 유지될 수 있다. 이러한 상식을 차폐에 적용하면, 차폐소음을 증가시켜도 소리구분능력이 어느 정도 유지된다면 참역치로 인정할 수 있다는 이론에서 출발하였다. 따라서 차폐소음을 어느 정도 증가시켜도 소리 듣는 능력이 변화하지 않는 평평한 구간을 플래토우 구간이라 하고 그때의 역치를 참역치라 할 수 있다. 그래서 차폐를 통해 참역치를 구하는 방법을 플래토우 방법이라 한다.

[부록4] 골도 차폐의 예(1)

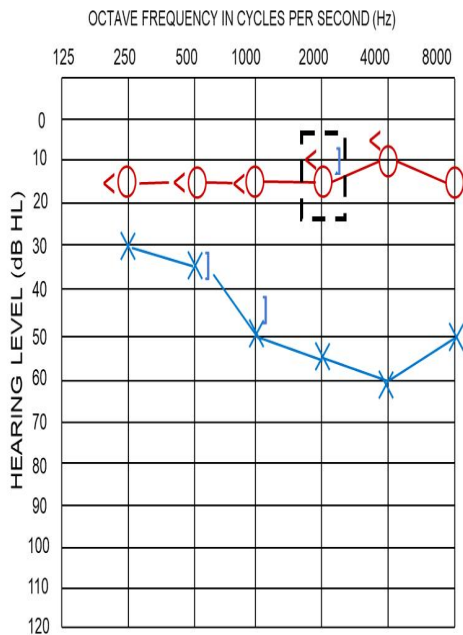
골도 청력 2000 Hz의 차폐 후 역치가 10dB / 왼쪽 전음성 난청



-왼쪽 기도 골도 차폐필요.

-왼쪽 골도 차폐의 예.

PL	ML	반응
10	25	Y
10	35	Y
10	45	Y
차폐 후 참여치 = 10 dB 차폐전 역치 = 10 dB 차폐범위 = 25~45dB		

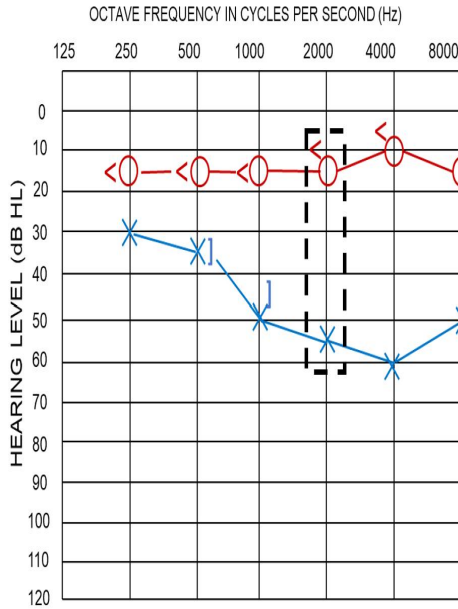


▷PL은 시작 수준인 10 dB에서 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승 시켜도 역치가 변하지 않는 플래 토우를 구할 수 있어 10 dB이 왼쪽의 골도 참여치이다.

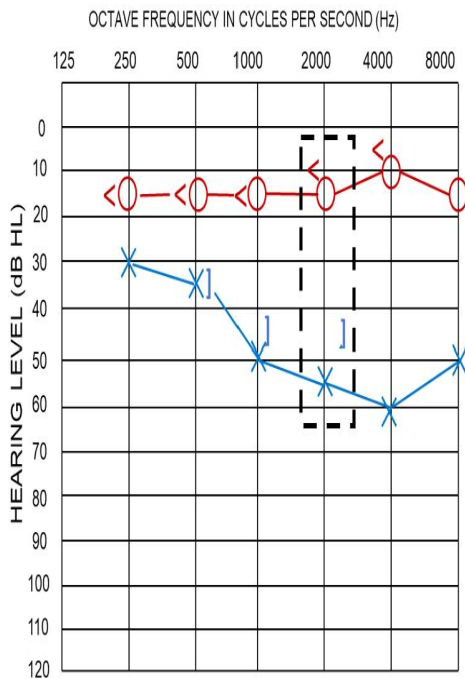
▷그러나 예시에서 왼쪽의 500 과 1000 Hz에서는 ABG이 없어 감각신 경성 난청인데 2000 Hz(혹은 4000 Hz)의 고주파수만 ABG이 있는 전음 성 난청은 현실적으로 거의 없으 니 주의해야한다.

[부록4] 골도 차폐의 예(2)

골도청력 2000 Hz의 차폐 후 역치가 45dB / 왼쪽 감각신경성 난청



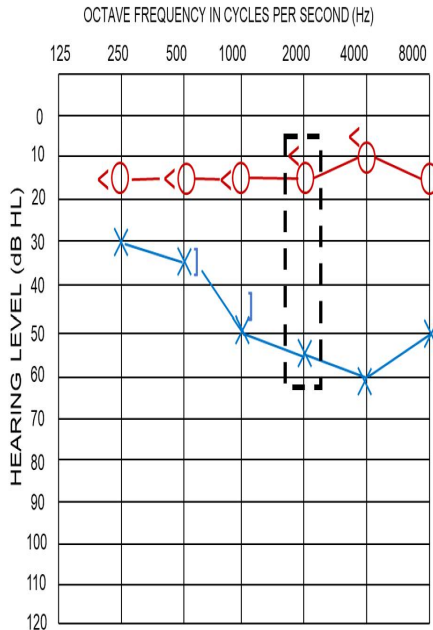
PL	ML	반응
10	25	N
15	25	N
20	25	N
25	25	N
30	25	N
35	25	N
40	25	Y
Min: 40+ 0(OE)+10(SV)= 50 Max : 40 +40 = 80		
40	50	N
45	50	Y
45	60(55)	Y
45	70(60)	Y
차폐 후 참여치 = 45dB 차폐전 역치 = 10 dB 차폐범위 = 50 ~ 70dB		



음영된 부분의 PL은 시작 수준인 10 dB에서 6회 5 dB씩 상승시켜 40 dB이 되었다. 그러나 차폐소음수준(masking Level, ML)은 그대로 25 dB이어서 신호음보다 15 dB 큰 강도이므로 확실한 저차폐이다. 따라서 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 저차폐가 아닌 수준으로 차폐소음을 제시하며 진행하였다. 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 45 dB가 참여치이다. 단, 차폐범위가 좁으면 ()와 같이 차폐소음을 5 dB씩 상승시켜차폐범위는 50~60이어도 플래토우이다.

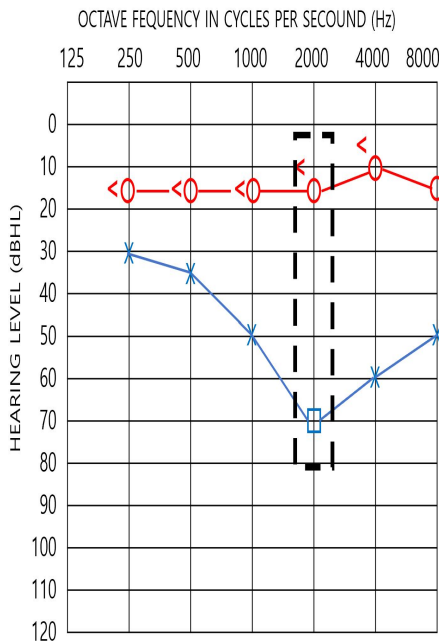
[부록5] 기도차폐-저차폐의 예(1)

2000 Hz의 차폐후 역치가 70dB / 저차폐 경계수준이지만 재계산



- 왼쪽 기도 골도 차폐필요.
- 왼쪽기도차폐-저차폐의 예.

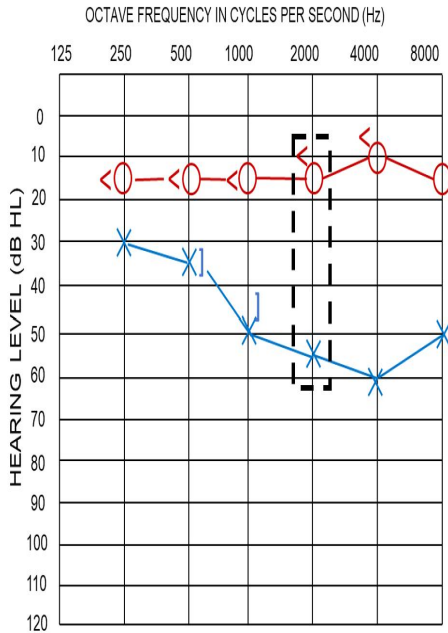
PL	ML	반응
55	30	N
60	30	N
65	30	N
70	30	Y (저차폐 경계수준)
Min : 70- 40 + 10(SV) = 40 Max : 70 + 40 = 110		
70	40	Y
70	50	Y
70	60	Y
차폐후 참여치 = 70 dB 차폐전 역치 = 50 dB 차폐범위 = 40~60 dB		



음영된 부분의 PL은 시작 수준인 55 dB에서 3회 5 dB씩 상승시켜 70 dB이 되었다. 그러나 차폐소음 수준(masking Level, ML)은 그대로 30 dB로 저차폐 경계선인 40 dB(IA)만큼 차이가 나고 있다. 따라서 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 차폐를 진행하였다. 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 70 dB이 참여치이다. 저차폐경계선이므로 다시 계산하지 않고 차폐소음을 40 dB로 올려도 플래토우를 구할 수 있으므로 70 dB이 그대로 참여치이다.

[부록5] 기도차폐-저차폐의 예(2)

2000 Hz의 차폐된 역치가 80dB/ 확실한 저차폐이므로 재계산하여 진행

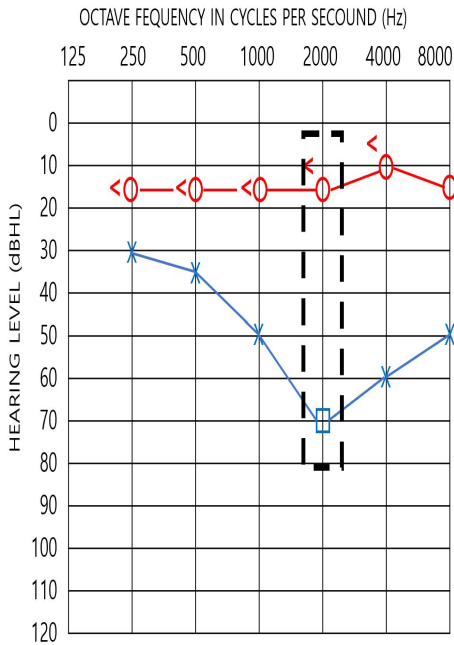


PL	ML	반응
55	30	N
60	30	N
65	30	N
70	30	N
75	30	N (저차폐)

저차폐 : 75-30=45이므로 IA값(40 dB)보다 커서 PL 75 dB이 반대편 차폐 귀를 자극함
 Min : 75-40+10(SV) = 45
 Max : 75 + 40 = 115

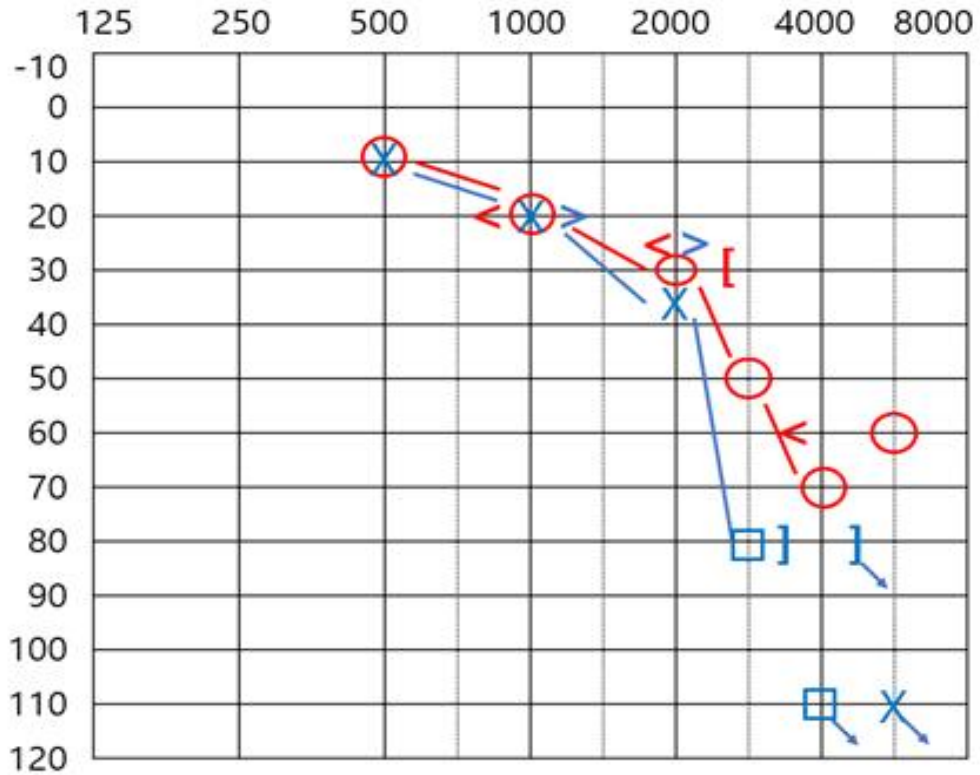
75	45	N
80	45	Y
80	55	Y
80	65	Y

차폐후 참여치= 80 dB
 차폐전 역치 = 55 dB
 차폐범위= 45~65 dB



음영된 부분의 PL 시작 수준인 55 dB에서 4회 5 dB씩 상승시켜 75 dB이 되었다. 그러나 차폐소음수준(masking level, ML)은 그대로 30 dB로 확실한 저차폐이다. 왜냐하면 45 dB 차이가 나고 있어 40 dB(IA)보다 5 dB 크기 때문에 반대편 오른쪽 귀에 전달 될 수 있다. 따라서 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여 차폐소음을 제시하며 진행하였다. 차폐소음을 10 dB씩 두 번 상승시켜도 역치가 변하지 않는 플래토우를 구할 수 있어 80 dB이 참여치이다.

[부록6] 순음청력도 작성 방법



※청력도 작성법

- 오른쪽 청력역치는 적색, 왼쪽 청력역치는 청색으로 표기한다.
- 청력도에는 차폐 후 확정된 참여치만 표기하고 차폐 전 역치는 차폐범위와 함께 청력검사지에 기록한다.
- 역치를 선으로 연결할 때, 기도청력역치만 선으로 연결하고 골도청력역치는 선으로 연결하지 않는다. 청력검사기기의 최대치에서 반응이 없는 것을 의미하는 화살표가 붙은 역치는 선으로 연결하지 않는다.

[부록7] 청력검사지 예시

청 력 검 사 지

성명: 000
성별: 남/녀

등록번호: 000-0000
생년월일: 0000.00.00

검사일: 0000.00.00
검사자: 000

Frequency in Hertz (Hz)

125 250 500 1000 2000 4000 8000

750 1500 3000 6000

HEARING LEVEL IN DECIBELS (dB HL)

-10																				
0																				
10																				
20																				
30																				
40																				
50																				
60																				
70																				
80																				
90																				
100																				
110																				
120																				

I . AUDIOGRAM KEY

		Right	Left
Air	Un-masked	○	×
	Masked	△	□
Bone	Un-masked	<	>
	Masked	[	]

II . Pure tone Average

Ear	3분법	4kHz	비고
R			
L			

III . 이경/중이검사

	이경	Tymp	
		Type	비고
Right			
Left			

MASKING RANGE

		(자폐진) 250 Hz	(자폐진) 500 Hz	(자폐진) 1000 Hz	(자폐진) 2000 Hz	(자폐진) 4000 Hz	(자폐진) 6000 Hz	(자폐진) 8000 Hz
Right (차폐귀)	AC	()	()	()	()	()	()	()
	BC	()	()	()	()	()		
Left (차폐귀)	AC	()	()	()	()	()	()	()
	BC	()	()	()	()	()		

IV . 최종 결과판정

	판정 등급	조치사항
R		*산업안전보건법 직업병유소견자 D1 판정기준: 3,4.6kHz≥50dBHL(이 중 하나의 주파수), PTA 500+1000+2000Hz/3≥30dBHL 직업력상 소음 노출
L		

판정의사 ☐ ☐ ☐ (확인)

Comments 예시) 과거 귀질환 및 소음노출시기와 기간여부

연구진

연구기관: 한림대학교

연구책임자: 김진숙 (교수, 한림대학교)

연구보조원: 전승익 (대학원생, 한림대학교)

연구보조원: 진태준 (대학원생, 한림대학교)

연구상대역: 원용림 (부장, 직업건강연구부)

연구기간

2022. 04. 01. ~ 2022. 10. 31.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2022년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발
(2022-산업안전보건연구원-571)

발 행 일 : 2022년 10월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 한림대학교 교수 김진숙

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 052-703-0857

팩 스 : 052-703-0335

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 979-11-92138-86-2

공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체