

KOSHA GUIDE

H - 56 - 2023

순음청력검사에 관한 지침

2023. 8.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 지침임

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 김규상
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 최윤정
한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 원용림
- 제 · 개정경과
 - 1999년 5월 산업의학분야 기준제정위원회 심의
 - 1999년 8월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2003년 3월 산업의학분야 기준제정위원회 심의
 - 2003년 5월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2006년 6월 산업의학분야 기준제정위원회 심의
 - 2006년 9월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2012년 4월 산업의학분야 기준제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
 - 2014년 11월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2018년 10월 산업의학분야 기준제정위원회 심의
 - 2019년 11월 산업의학분야 기준제정위원회 심의
 - 2021년 8월 산업의학분야 표준제정위원회 심의
 - 2023년 7월 산업의학분야 표준제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
 - ISO 8253-1:2010 : Acoustics -Audiometric test methods- Part1: Pure-tone air and bone conduction audiometry
 - OSHA 29CFR 1910.95 : OSHA's hearing conservation amendment to the noise standard
 - 대한청각학회. 청각검사지침 2판. 2017.
 - 이지호, 소음 노출 근로자건강진단 판정 기준 세부지침 개발 연구, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 2019
 - 김진숙 등, 근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 2022
 - ASHA Guidelines : Audiometric Symbols
- 관련법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건법 제130조(특수건강진단)
 - 산업안전보건법 시행규칙 제8장 제2절(근로자 건강진단)
 - 산업안전보건규칙 제4장 (소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방)
 - 고용노동부고시 제2020-60호(근로자 건강진단 실시기준)
 - 고용노동부고시 제2020-61호(특수건강진단기관의 정도관리에 관한 고시)
- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2023년 8월 24일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목적	1
2. 적용범위	1
3. 용어의 정의	1
4. 청력검사와 보정 방법	3
4.1 청력검사기	3
4.2 보정 방법	3
4.3 보정 기록	5
5. 검사실 환경	5
5.1 최대 허용소음레벨	5
5.2 소음측정기	6
5.3 소음 측정방법	6
5.4 측정 주기	6
5.5 기록의 보존	7
6. 청력검사 방법	7
6.1 청력검사 방법의 개요	7
6.2 청력검사를 하기 위한 사전 준비	7
6.3 청력검사를 위한 유의사항	7
6.4 기도 청력검사 방법	8
6.5 골도 청력검사 방법	9
6.6 차폐 방법	10
6.7 청력도 작성 방법	13
<부록> 청력검사지 예시	17

순음청력검사에 관한 지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제130조(특수건강진단) 및 같은 법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다) 제206조(특수건강진단 등의 검사항목 및 실시방법 등) 별표 24, 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제4장(소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방), 고용노동부고시 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 소음에 대한 근로자 건강진단을 실시함에 있어 청력검사기의 보정 방법, 청력검사실의 환경 그리고 검사자가 기도전도 및 골도전도 순음청력검사를 실시하는 방법에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) 순음청력검사는 순음을 통해 주파수 별 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 지정한 헤드폰으로 검사 신호를 보낼 때 청력검사기에서 제시한 주파수 및 강도가 검사기에서 실제로 내보내고 있는 주파수 및 강도와 동일하고, 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 청력검사시 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(비검사 귀)를 차폐할 때 착용한 헤드폰으로 인해 음압이 증가되어 더 잘 듣게 되는 현상을 말한다.
- (차) “청력도(audiogram)”란 주파수별 기도와 골도 역치의 결과를 그림으로 나타낸 것을 말한다.
- (2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 청력검사기와 보정 방법

4.1 청력검사기

- (1) 청력검사기는 수동식, 자기기록식(Bekesy라고 알려져 있음) 및 자동식이 있다. 임상에서의 표준 청력검사 방법은 수동식 청력검사기이다.
- (2) 청력검사기는 기본적으로 순음, 차폐잡음을 발생하는 신호음발생기와 귀에 없는 헤드폰(supra-aural headphone), 골진동체(bone vibrator) 등의 변환기로 구성되어 있다. 자극음은 주파수, 강도, 연속음 또는 정지음을 선택할 수 있고, 차폐잡음은 협대역잡음(narrow-band noise)으로 제시한다.
- (3) 청력검사기의 주파수는 적어도 500 Hz에서 8,000 Hz까지, 그리고 헤드폰을 사용할 때의 음압은 -10 dB HL에서 90 dB HL 이상의 범위에서 검사할 수 있어야 한다.
- (4) 각 변환기는 해당 청력검사기와 연결한 후 교정하여야 하며, 다른 검사기에 사용할 수 없다.

4.2 보정 방법

청력검사기의 보정은 기능점검, 음향보정, 정밀교정 점검으로 구분하여 시행한다.

4.2.1 기능점검

- (1) 기능점검은 사용하는 모든 장비에 대해서 일상적(매일 또는 사용 당일)으로 간략하게 장비의 성능을 확인하는 과정으로 일일점검이라고도 한다.
- (2) 오디오미터와 부속품을 깨끗이 하고 점검한다. 헤드폰 쿠션과 플러그, 주 연결선과 부속 연결선이 마모되거나 손상을 입지 않았는지를 확인한다.
- (3) 장치를 켜고, 예열한다. 제조사가 권고한 예열시간이 없다면 회로를 안정화하기 위해 10분 정도 그대로 둔다. 헤드폰과 골진동자, 장비의 제조 번호를 확인한다.
- (4) 모든 주파수에서 신호음이 적절하게 출력되는지 들어 보며 왜곡, 잡음 등을

확인한다. 플러그나 연결선이 단락되지 않았는지, 모든 스위치, 반응을 나타내는 램프가 제대로 작동하는지 확인한다.

- (5) 피시험자의 반응시스템이 제대로 작동하는지 확인한다.
- (6) 헤드셋의 머리띠와 골진동자의 머리띠가 죄는 정도를 확인한다.
- (7) 청력역치 수준이 안정된 사람의 역치수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 1000 Hz, 4000 Hz의 순음에 대한 역치변화를 관찰한다. 역치변화가 10 dB 이상일 경우에는 음향보정을 실시하여야 한다.
- (8) 기능점검에는 [별지 서식]의 청력검사기 일일점검표 양식을 활용할 수 있다.

4.2.2 음향보정

- (1) 청력검사기의 정기 음향보정은 연 1회 이상 시행하며 수시 음향보정은 기능점검 값이 10 dB 이상의 오차가 있을 때 실시한다.
- (2) 청력검사기의 음향보정은 IEC 61672-1 또는 그 이상의 성능을 가진 소음 측정기로 실시한다.
- (3) 청력검사기의 음향보정은 출력음압레벨을 점검한다. 출력음압레벨의 허용오차는 500~3,000 Hz에서 3 dB, 4,000 Hz에서 4 dB, 6,000 Hz와 8,000 Hz에서 5 dB 이내이어야 한다.
- (4) 허용오차를 벗어날 경우는 정밀교정을 실시한다.

4.2.3 정밀교정

- (1) 정밀교정은 기능점검과 음향보정을 제대로 시행하였다면 반드시 필요한 것은 아니다. 정밀교정은 청력검사기 내부의 조절기를 조절하거나 부품을 교체해야 하는 경우가 있을 수 있으므로 장비의 심각한 결함, 헤드폰이나 골진동자의 출력음압레벨이 허용오차를 벗어난 경우 또는 오랜 시간이 지났을 때 장비가 명세서대로 작동하지 않는다는 의심이 있을 때 실시한다.
- (2) 검사기관에 의뢰하여 음압레벨과 직선성 검사, 주파수의 정확성과 검사음의

변조평가, 헤드폰의 잡음과 채널 혼선의 측정 등을 실시한다.

- (3) 검사기관에서 발행한 정밀교정 기록은 당해 청력검사를 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 청력검사가 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.
- (3) 선별청력검사로써 단일 주파수나 몇 개의 주파수를 사용할 경우(출장 검진の場合에 해당)의 주변 환경의 허용소음레벨은 <표 1>을, 역치검사를 500~8,000 Hz의 범위에서 측정하는 정밀청력검사를 할 때(원내 청력부스 안에서 검진의 경우에 해당)의 청력검사실 내의 최대 허용 소음레벨은 <표 2>를 각각 적용한다.

<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.

5.2 소음측정기

소음수준의 측정에 사용하는 소음측정기(sound level meter)는 옥타브 필터 측정력을 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 측정시 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 누르게 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

- (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 Hz의 순으로 검사하고 1,000 Hz에서 재검사를 한 후 500 Hz를 검사한다.
- (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 줄인다(5 dB 증가, 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<그림 1>.
- (16) 검사자는 피검자의 이름, 검사 날짜를 기입한 후 청력도에 서명한다.

6.5 골도 청력검사 방법

- (1) 기도 청력검사 역치가 20 dB이상인 경우 난청의 종류(전음성, 감각신경성, 혼합성)를 확인하기 위해 골도 청력검사를 실시한다.
- (2) 골진동자를 유양돌기 부분에 고정시키고 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 Hz 중 기도역치가 20 dB이상인 주파수에서 역치를 측정한다.
- (3) 골진동자의 착용 부위만 제외하고는 검사 방법에 있어서 기도 청력검사 방법과 동일하다.
- (4) 청력도에 역치를 기록한다. 우측 귀의 골도역치는 빨간색 '<'으로 표기하며, 좌측 귀의 골도 역치는 파란색 '>'으로 표기한다<그림 1>.

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 골도로 이를 들을 수 있다면 차폐가 필요하다. 즉 검사 귀의 기도 역치에서 이간감쇠를 뺀 값이 비검사 귀의 기도 역치 혹은 골도역치와 같거나 큰 경우, 기도 청력검사 차폐가 필요하다.
- (4) 최소 유효차폐수준을 결정한다. 검사 귀에 제시한 소리가 비검사 귀로 전달된 경우 전달된 소리에 5~10 dB 안전값(safety value)을 더한 큰 소리를 차폐소음으로 제시하면서 동시에 검사 귀에는 검사 신호음을 제시한다. 최대 차폐수준은 안전값을 뺀다. 그러나 일반적으로 검사를 진행 할 수 없을 만큼 차폐범위가 크지 않으면, 최대 유효차폐수준은 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 “빠~”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 참역치로 결정한다. 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.

- (7) 차폐 후 역치 표기는 다음과 같다. 청력도에 차폐 후 기도 역치를 차폐 전 기도 역치와 함께 기입한다. 차폐 시행 후 우측 귀의 기도 역치는 빨간색 ‘△’으로 표기하며, 차폐 시행 후 좌측 귀의 기도 역치는 파란색 ‘□’으로 표기한다<그림 1>.
- (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 주의한다. 기도차폐에서 우측 귀가 청력이 나쁜 귀(검사 귀)였고 좌측 귀가 청력이 좋은 비검사 귀였다면 실제로 차폐음을 제시한 좌측 귀, 즉 차폐귀에 차폐범위를 기입한다.

6.6.2 골도 청력검사 차폐

- (1) 좌측 귀의 골도 청력검사를 위해 좌측유양돌기에 골진동자를 위치시키고 소리를 제시하면 좌측 내이뿐 아니라 우측 내이에도 소리에너지가 전달된다. 어느 쪽 귀에 골진동자를 위치하였던 상관없이 양이에 모두 소리가 전달되므로 골도 검사시 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. 즉, 검사 귀 청력역치의 기도골도차(ABG)가 15 dB 이상이면 검사 귀의 골도역치가 검사 귀의 참 역치인지 확인하기 위해 골도차폐를 시행해야 한다.
- (3) 최소 유효차폐수준을 결정한다. 골진동체를 사용할 경우 이간감쇠가 없으므로(IA=0) 기도 청력검사와 다른 방법으로 차폐를 실시해야 한다. 골도차폐를 위해 비검사 귀에 차폐음을 제시하기 위해 헤드폰이나 삼입이어폰을 착용하게 된다. 이와 같이 헤드폰 혹은 삼입이어폰으로 외이도를 막을 경우 저주파수 소리가 더 잘 들리는 현상인 폐쇄효과(occlusion effect, OE)가 발생한다<표 3>. 따라서 더 잘 들리게 된 값만큼 차폐소음의 강도를 더 크게 하여 최소 유효차폐레벨을 구한다<표 4>.

- (4) 기도 청력검사 차폐와 마찬가지로 협대역잡음을 차폐소음으로 사용한다. 비검사 귀에 헤드폰 혹은 삽입이어폰을 착용하여 기도로 차폐소음을 제시하고, 검사 귀에 골진동체를 착용하여 골도로 검사 신호음을 제시한다.
- (5) 골도 청력검사 차폐 시 헤드폰과 골진동체를 함께 착용하여야 하므로 대상자가 불편할 수 있음을 미리 알려주는 것이 좋다. 피검자에게 “쉬~”하는 차폐소음은 무시하고 이제까지 들었던 “빠~”하는 검사 신호음을 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 참역치로 결정한다. 만약 차폐소음을 제시할 때 검사귀로 신호음을 듣지 못하면 검사 신호음을 5 dB씩 들을 때까지 상승한다. 최소와 최대차폐의 범위가 매우 좁을 수 있는 골도차폐의 경우는 단 한번의 5~10 dB 차폐소음 상승으로 플레토우 구간을 얻어 참역치를 구할 수 있다.
- (7) 차폐 후 역치표기는 다음과 같다. 차폐전 골도역치를 기입한 청력도에 차폐 후 골도역치를 함께 기입한다. 차폐 시행후 우측 귀의 골도역치는 ‘I’, 차폐 후 좌측 귀의 골도역치는 ‘J’ 로 표기한다<그림 1>.
- (8) 차폐음 범위 표기는 위의 기도 청력검사차폐를 위한 방법과 같다.

6.6.3 차폐공식

- (1) 폐쇄 효과는 골도검사 시 반대측 귀를 차폐할 때 헤드폰 때문에 음압이 증가되어 더 잘 듣게 되는 현상으로 주파수별 증가하는 음압은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 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)만 3회 정도 상승하면 변화된 신호음 제

시강도는 저차폐 수준의 경계값, 즉 반대편 좋은 귀를 자극할 수 있는 값이 되므로 변화된 신호음 제시강도로 최소와 최대차폐수준을 다시 계산하여야 한다.

<표 4> 차폐가 필요한 경우와 최소 및 최대 차폐강도수준

	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 기도-골도 역치 차이가 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 경우 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 IA값 이상으로 커져서 차폐소음이 역으로 검사귀에 신호음으로 전달되어 반응을 하게 하는 것이다. 이렇게 차폐소음 강도가 커지는 현상은 차폐가 불가능할 정도로 청력이 나쁜 경우에 주로 나타난다.

(4) 차폐딜레마는 청력손실정도가 50~60 dB이상인 양측성 전음성 난청을 가진 경우 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 나타날 수 있다.

6.7 청력도 작성 방법

(1) 청력역치는 청력도에 기호로 기입하여 그래픽 형식으로 나타낸다.

(2) 표준청력도는 다음과 같다<그림 1>.

(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 그린다¹⁾.

(라) 0 dB HL은 굵은선으로 눈에 띄게 표시한다.

(3) 청력역치는 기호로 다음과 같이 표시한다<그림 1>.

(가) 오른쪽 귀의 청력역치는 적색, 왼쪽 귀는 청색으로 표시한다.

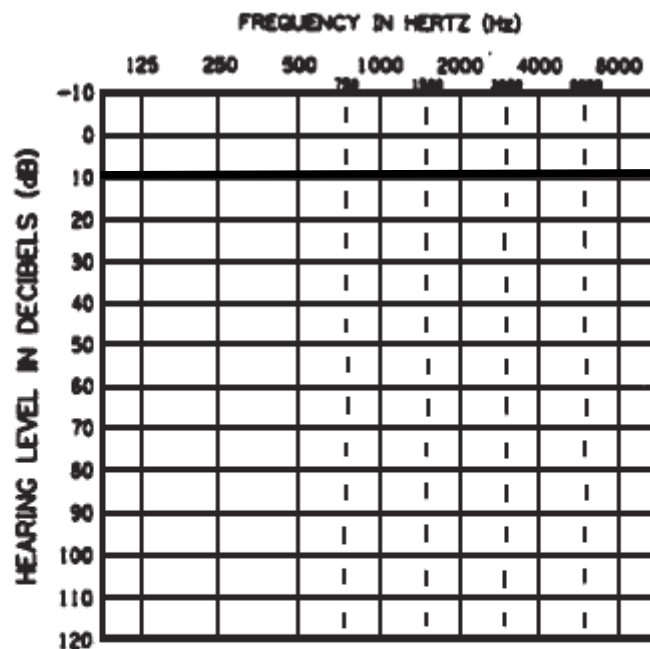
(나) 기도역치 기호는 기호의 중간점이 검사 주파수(Hz) 수직축과 청력수준(dB HL) 수평축의 교차점을 중심으로 위치한다. 동일 주파수에 대한 좌우 기도역치가 동일하다면 각 기호는 같은 위치에 겹쳐서 위치한다. 차폐를 하지 않은 기도역치는 오른쪽 ‘○’, 왼쪽 ‘×’로 표시하며, 기도 차폐역치는 오른쪽 ‘△’, 왼쪽 ‘□’로 표시한다.

(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 골도역치는 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.

1) 옥타브란 주파수 간격을 나타내는 하나의 척도로서, 2개의 주파수 비가 1:2일 때 양 주파수 간의 간격을 의미한다. 1,000 Hz를 기준으로하여 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 Hz가 1옥타브에 해당하며, 750, 1,500, 3,000, 6,000 Hz가 반 옥타브에 해당한다.

- (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 포함할 수 있다. 청력검사지 작성은 [부록]의 예시를 참고한다.



종류		반응		무반응	
		우	좌	우	좌
기도	비차폐	○	×	○	×
	차폐	△	□	△	□
골도	비차폐	<	>	<	>
	차폐	[]	[]

<그림 1> 표준 청력도²⁾ 및 청력도 상에서의 기도, 골도역치 표시 방법

2) ASHA Guidelines : Audiometric Symbols

[별지 서식] 청력검사기 일일 점검표

청력검사기기 일일 점검표
(Daily Calibration Checklist)

◎ 청력검사기기명 : _____ S/N _____
◎ 점 검 일 시 : _____ 년 _____ 월 _____

번호	항 목	점 검 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 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	골 진동체 (Bone Oscillator)	2000 Hz 순음 50 dB HL에서 음질 이상유무 확인.																																	
7	청력역치 수준이 안정된 사람의 역치 수준을 기준으로 하여 좌우 귀에서 1000 Hz, 4000 Hz의 순음에 대한 역치전이 관찰(10 dB 이내) (수검자:)	1000 Hz	오른쪽 귀																																
왼쪽 귀																																			
8		4000 Hz	오른쪽 귀																																
			왼쪽 귀																																
	서명(Sign)																																		

<부록> 청력검사지 예시

등록번호

0000-000

성명

○○○

생년월일

0000. 00. 00

성별

남/여

나이

00

세

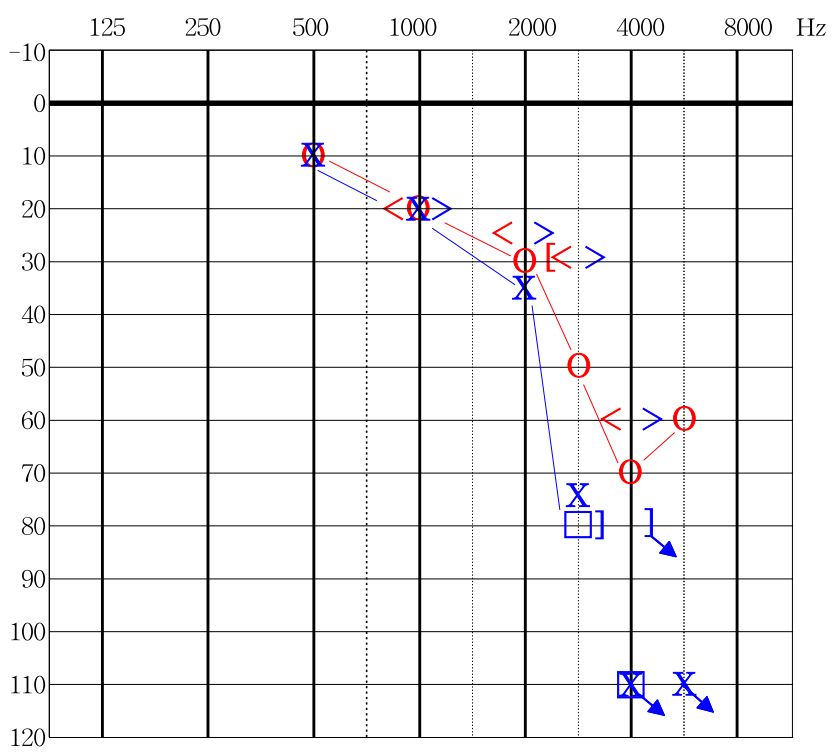
검사일자

0000. 00. 00

청 력 검 사 지(예시)

검 사 자 : △△△ (확인)
Audiometer : 0000-000

I. Pure Tone Audiogram



		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	3kHz	4kHz	6kHz
R	20	50	70	60
L	21.7	80	110	110

Masking	RA	RB	LA	LB	80-95	90		
					100-110*	95		
					50-65			

* 차폐소음 최대 110

◎ 최종 결과판정

	판정등급*	조치사항
R	C1	보호구 착용
L	C1	보호구 착용

판정의사 ☐ ☐ ☐ (확인)

◎ 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
*판정 예시이며, 정확한 판정은 근로자의 소음 노출력, 이과적 질환력에 따라 달라질 수 있음

지침 개정 이력

□ 개정일 : 2021. 10.

- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 최윤정
- 개정사유
 - 2019년 연구*에서 청력도 작성의 중요성을 제언하며 그 세부 작성법을 제안
 - * 소음 노출 근로자 건강진단 판정 기준 세부지침 개발 연구(산업안전보건연구원, 2019)
 - 국제표준화기구(ISO)* 및 미국언어청각협회(ASHA)** 등 국제 가이드 반영 필요
 - * ISO 8253-1 Acoustics-Audiometric test methods- Part 1 : Pure-tone air and bone conduction audiometry
 - ** ASHA Guidelines : Audiometric Symbols
- 주요 개정내용
 - 표준 청력도 작성방법 제시
 - 청력기호 표시 방법 구체화
 - 관련 법령 최신화

□ 개정일 : 2023. 8. 24.

- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 원용립
- 개정사유
 - 2022년 연구과제 「근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발」의 내용을 반영하여 검사의 정확성을 높이기 위함
- 주요 개정내용
 - 표준 청력도 작성방법 제시
 - 차폐범위의 계산에서 안전값의 범위를 5~15 dB에서 5~10 dB로 변경
 - 차폐소음 증가 필수기준을 최소 15 dB증가에서 연속 2~3회 증가로 변경
 - 영문 및 약어를 한글로 표현