

METODBESKRIVNING

TONAUDIOMETRI

Version: 1.2 2025

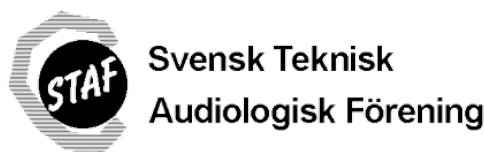
Revideras: 2030



TeMA Metod är en grupp som arbetar för att uppdatera och säkerställa svensk standard för audiologiska mätmetoder. Gruppen består av medlemmar från de yrkesföreningar i Sverige som har audiologi som utgångspunkt: *Svenska Audionomföreningen*, *Svensk Medicinsk Audiologisk Förening* och *Svensk Teknisk Audiologisk Förening*, samt representanter med anknytning till samtliga audionomprogram.

TeMA Metod-gruppen består av:

Andreas Björsne
Jeannette Ekblom Hägerström
Kjell-Erik Israelsson
Susanne Köbler
Karin Stenfeldt
Helena Stålnacke
Rickard Vigur
Åsa Winzell Juhlin



Publicerad av TeMA Metod mars 2025, uppdaterad augusti 2026

Denna publikation skyddas av upphovsrättslagen. Dokumentet får kopieras i sin helhet och distribueras i utbildningssyfte samt användas för icke-kommersiellt bruk. Ingen annan kopiering eller reproduktion är tillåten utan skriftligt tillstånd från TeMA Metod. Vid användning ska källan uppges. Referera till TeMA Metod.

Innehåll

Introduktion	4
Tonaudiometri: Luftledning	5
Tonaudiometri: Luftledning med kontralateral maskering	9
Tonaudiometri: Benledning	13
Tonaudiometri: Benledning med kontralateral maskering	17
Referenser	21

Introduktion

Detta dokument är en omarbetning och uppdatering av det tidigare arbete som den sedan länge insomnade *Svenska Audiologiska Metodboksgruppen* genomfört och publicerade i boken *Metodbok i praktisk hörselmätning* (1996).

Tonaudiometri används för att uppskatta en persons hörtrösklar och ingår i en grundläggande hörselutredning. Mätresultatet ger underlag för att bedöma en persons hörselförmåga samt typ, grad och konfiguration av en hörselnedsättning. Tonaudiometri ingår rutinmässigt som underlag vid diagnostik och/eller inför habiliterande eller rehabiliterande åtgärder. Korrekt utförande av alla testets moment är en förutsättning för att resultatet ska anses tillförlitligt.

Otoskopering ska utföras inför mätningen och resultatet ska noteras.

Tonaudiometri är en psykoakustisk testmetod som kräver testpersonens aktiva medverkan och förmåga att förstå instruktionerna för mätningen. Personens ålder, kognition, vakenhet och motivation kan påverka mätningen. Testet kan utföras på personer från ca 6 års ålder. Det är av avgörande betydelse att testpersonen får noggranna instruktioner inför testet och att testutföraren anpassar sin metod efter testpersonens förmåga att medverka. Om anpassningar görs ska detta noteras tillsammans med resultatet.

Testpersonens medverkan ska observeras under mätningens gång. En bedömning av resultatets tillförlitlighet ska dokumenteras tillsammans med resultatet från mätningen. Vid besvär av tinnitus som kan påverka mätningen ska detta noteras. Ljudstimuli som upplevs obehagliga för testpersonen ska om möjligt undvikas.

Den svenska standarden SS-EN ISO-8253-1 beskriver utförandet av tonaudiometri med luft- och benledning. Standarden föreskriver att mätningarna ska utföras av, eller under överinseende av, en person som har nödvändig teoretisk och praktisk kunskap om utförandet, d.v.s. legitimerad audionom eller person med motsvarande kompetens inom ämnet.

Tonaudiometri: Luftledning

Mätningen innebär bestämning av hörtrösklar med luftlett ljud för rena toner presenterade via hörtelefoner, där någon av följande typ används: supraaurala, cirkumaurala eller instickstelefoner. Mätningen utförs enligt den modifierade Hughson-Westlake-metoden som är en ascenderande metod vilket innebär att hörtröskeln bestäms med tröskelpassager från ohörbar till hörbar nivå.

Indikation

Mätningen ingår i en grundläggande hörselutredning. Luftledningshörtrösklar ger underlag vid bedömning om hörselnedsättning föreligger, samt vilken grad och konfiguration den har.

Förutsättning

Undersökningen förutsätter att testpersonen har förmåga att förstå instruktionerna för mätningen och kan medverka aktivt. Testet kan utföras från ca 6 års ålder.

Utförande

Frekvenser som ska ingå vid mätning och den ordning de ska mätas i:

1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 1000, 500, och 250 Hz

Mätning av frekvenserna 1500 och 750 Hz bör inkluderas om skillnaden mellan intilliggande frekvensers hörtrösklar är 20 dB eller mer.¹ 125 Hz bör inkluderas om diagnostisk relevans finns, såsom vid utredning av hörselnedsättning i basområdet.

Vid stimuleringsnivåer över 90 dB HL ska testpersonens reaktion på starka ljudnivåer uppmärksammas. Stimuleringsnivåer över 110 dB HL bör undvikas på grund av risken att orsaka hörselskada. Var uppmärksam på att starka ljudnivåer vid mätfrekvenser under 1000 Hz kan ge upphov till vibrotakta svar.

Testinstruktioner

Instruktioner inför testet bör anpassas efter testpersonen och ska innehålla följande:

- Att toner kommer att höras och vilket öra som kommer att testas först
- Att med signalknapp ange så fort en ton hörs även om tonen är mycket svag
- Vid behov: Att ange med signalknappar i vilket öra tonen uppfattas

¹ Exempelvis bör 1500 Hz mätas om hörtröskeln är 15 dB HL för 1000 Hz och 35 dB HL för 2000 Hz, då skillnaden i detta fall är 20 dB mellan de två hörtrösklarna.

Placering av ljudgivare

Vid placering av supra- och cirkumaurala hörtelefoner kan glasögon, örhängen och huvudbonader orsaka ljudläckage, dessa ska därför tas av inför mätningen. Om möjligt ska sjalar, hår eller annat som ligger mellan örat och hörtelefonen avlägsnas. Det är viktigt att hörtelefonen sluter tätt mot ytterörat för att undvika falskt försämrade hörtrösklar i basområdet upp till ca 500 Hz. Hörtelefonen ska också placeras med sin ljudöppning helt över hörselgångsmynningen för att undvika falskt försämrade hörtrösklar vid framförallt 6000 och 8000 Hz. Vid misstanke om sammanfallande hörselgång bör instickstelefoner användas.

Instickstelefoner ska placeras tillräckligt långt in i hörselgången, med ytterkanten av skumproppen i nivå med hörselgångsmynningen. Det är även viktigt att dessa sluter helt tätt i hörselgången. Vid bristfällig placering finns risk för att den maximala interaurala dämpningen inte uppnås samt att ljudläckage kan uppstå i framförallt basområdet. Instickstelefon ska undvikas om testpersonen har mycket vax i hörselgången eller om annan oklarhet kring öronstatus föreligger.

Testmetodik

Börja med det bättre örat om det finns misstanke om sidoskillnad, annars höger öra, och 1000 Hz.

1. Börja med det bättre örat och 1000 Hz. Ge en väl hörbar ton, 40 dB HL är lämpligt om hörtröskeln är okänd eller antas vara nära normal. Om denna nivå inte uppfattas, öka i 10 dB-steg tills svar erhålls. Vid nivåer starkare än ca 80 dB HL eller vid misstänkt ljudkänslighet är det lämpligt att öka i 5 dB-steg. Tonens duration ska vara 1–2 sekunder. Efterföljande paus mellan tonerna ska varieras och vara längre än tonernas duration.
2. Sänk tonens nivå i 20 dB-steg tills att den inte längre uppfattas.
3. Öka nivån i 5 dB-steg och presentera en ton vid varje nivå tills tonen uppfattas.
4. Sänk nivån med 10 dB och presentera därefter toner med ökande nivå i 5 dB-steg tills tonen återigen uppfattas.
5. Upprepa punkt 4 tills tre svar erhållits på samma nivå.¹ Denna nivå representerar hörtröskelnivån vid 1000 Hz.
6. Om färre än tre svar vid en och samma nivå erhållits efter att punkt 4 upprepats fem gånger, presentera en ton 10 dB över den nivå där svar senast erhöles. Upprepa därefter enligt punkt 2–5 ovan.

¹ En kortare variant av denna metodik kan i vissa fall användas. Denna innebär att två svar som erhållits på samma nivå efter tre uppgående mätserier representerar hörtröskeln vid aktuell frekvens. I genomsnitt har denna ändring liten betydelse men kan i enstaka fall påverka mätresultatet.

Testmetodik forts.

7. Fortsätt mätningen vid övriga testfrekvenser, punkt 1-6, uppåt i frekvens.
8. Därefter görs en förnyad mätning av 1000 Hz med en startnivå på en väl hörbar nivå utifrån den tidigare uppmätta hörröskeln. Om skillnaden mellan de två mätningarna vid 1000 Hz är 10 dB eller mer bör förnyad mätning även ske vid övriga frekvenser.
9. Fortsätt därefter mätningen för resterande testfrekvenser enligt ordningen ovan.
10. Undersök det andra örat på samma sätt, punkt 1-9. Vid behov av kontralateral maskering kan detta utföras direkt, se avsnitt Tonaudiometri: Luftledning med kontralateral maskering.

Symboler

	Uppmätt hörröskel	Ej uppnådd hörröskel
Höger luftledning		
Vänster luftledning		
Höger luftledning: <i>Lateraliserad till vänster öra</i>		
Vänster luftledning: <i>Lateraliserad till höger öra</i>		

Om samma hörröskelnivå erhållits för båda öronen vid viss frekvens, tecknas symbolerna i varandra.

Hörrösklar som bedöms som säkerställda ska sammanbindas med heldragen linje till närmaste testade frekvens förutsatt att den intilliggande frekvensens hörröskel är säkerställd. Om hörröskeln är osäker eller enbart lateraliserad till icke-testörat ska den inte sammanbindas.

Vid markering av ton som enbart uppfattas i det icke testade örat används den stimulerade sidans symbol dubbelt, en gång med vardera färgen.

Kommentarer

Vid mätning där metodiken av någon anledning frångåtts ska detta noteras tillsammans med mätresultatet.

Vissa testfrekvenser, såsom 3000 och 6000 Hz, kan utelämnas i de fall testpersonen inte bedöms klara av att medverka under mätningens fulla längd.

Istället för en ren ton kan en frekvensmodulerad (warble) eller pulserande ton användas för att t.ex. undvika falskt positiva svar när testpersonen har tinnitus. Observera att användning av warble-ton kan ge en lägre hörtröskelnivå än vid fast eller pulserande ton i framför allt diskantområdet. Skillnaden är oftast inte större än ca 3 dB.

Istället för att använda signalknappar kan testpersonen uppmanas att räcka upp handen. Att be testpersonen svara muntligt bör undvikas.

Klarar testpersonen inte detta test bör man istället använda en alternativ metod såsom lekaudiometri eller ett test som inte kräver testpersonens aktiva medverkan.

Teknisk utrustning

Tonaudiometern ska uppfylla kraven för typ 1-audiometer i SS-EN 60645-1. Supraaurala hörtelefoner ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-1, instickstelefoner enligt SS-EN ISO 389-2 och cirkumaurala hörtelefoner enligt SS-EN ISO 389-8. Testutföraren ska kunna se och kommunicera med testpersonen under mätningen.

Tonaudiometri: Luftledning med kontralateral maskering

Mätningen utförs om det finns risk att tonen överhörs i det motsatta örat. Den innebär bestämning av hörtrösklar för toner i testörat samtidigt som ett smalbandsbrus tillförs det motsatta örat. När smalbandsbrus används på detta sätt kallas det för kontralateral maskering och smalbandsbruset benämns fortsättningsvis som maskeringsbrus.

Indikation

Kontralateral maskering ska användas då skillnaden mellan testörats luftledningshörtröskel och motsatta örats bästa luft- eller benledningshörtröskel överstiger den interaurala dämpningen. Vid användning av supraaurala och cirkumaurala hörtelefoner ska kontralateral maskering användas då skillnaden mellan testörats luftledningshörtröskel och motsatta örats bästa hörtröskel (luft- eller benledning) är 40 dB eller mer. Vid användning av instickstelefoner ska kontralateral maskering användas då skillnaden mellan testörats luftledningströskel och motsatta örats bästa hörtröskel (luft- eller benledning) är 55 dB eller mer.

Förutsättning

Undersökningen förutsätter att testpersonen har förmåga att förstå instruktionerna för mätningen och kan medverka aktivt. Testet kan utföras från ca 6 års ålder. Två signalknappar bör finnas för att möjliggöra lateralisering av testtonen.

Utförande

Kontralateral maskering används för de frekvenser där indikation finns och utförs i samma mätordning som de testats, se Tonaudiometri: Luftledning.

Vid stimuleringsnivåer i testörat över 90 dB HL bör testpersonens reaktion på starka ljudnivåer uppmärksammas. Stimuleringsnivåer över 110 dB HL bör undvikas på grund av risken att orsaka hörselskada. Beakta att starka ljudnivåer under 1000 Hz kan ge upphov till vibrotakta svar.

Vid användning av kontralateralt maskeringsbrus bör nivåer över en effektiv maskeringsnivå på 90 dB¹ användas med stor försiktighet. Om patienten upplever obehag kan testet behöva avbrytas.

¹ Maskeringsbruset i audiometern är kalibrerat utifrån effektiv maskeringsnivå (ISO-399-4). Det kan t.ex. stå dB EM som enhet för maskeringsbrus på audiometrar, då är det samma som effektiv maskeringsnivå för motsvarande nivå i dB HL.

Testinstruktioner

Instruktioner inför testet bör anpassas efter testpersonen och ska innehålla följande

- Att förutom toner kommer ibland ett brus att höras i ena örat (ange vilket).
- Att tonerna kan höras antingen i ena eller andra örat d.v.s. inte nödvändigtvis i samma öra som man presenterar testtonerna i.
- Att lyssna endast efter tonerna och bortse från bruset
- Att med signalknapp ange så fort en ton hörs även om tonen är mycket svag
- Vid behov: Att ange med signalknappar i vilket öra tonen uppfattas

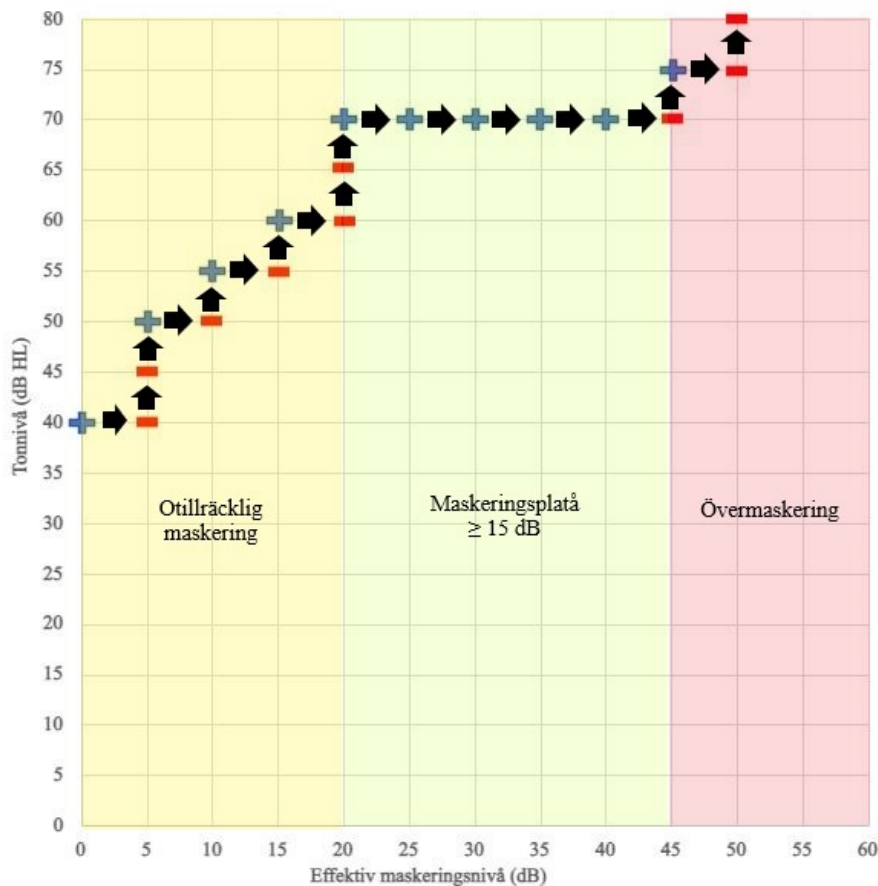
Testmetodik

1. Börja med 1000 Hz om den är aktuell för maskering, annars närmaste testfrekvens i mätordningen. Utgå från hörtrösklarna som bestämts enligt Tonaudiometri: Luftledning. Om maskering utförs direkt efter uppnådd luftledningshörtröskel utan maskering kan mätningen påbörjas från punkt 3.
2. Presentera en ton ca 10 dB starkare än hörtröskeln utan maskering. Kontrollera hörtröskelnivån med en tröskelpassage utan samtida kontralateralt maskeringsbrus. Om avvikelsen från tidigare resultat är 10 dB eller mer, upprepa tröskelmätningen med minst två svar.
3. Presentera kontralateralt maskeringsbrus på den nivå som är maskeringsörats luftledningströskel vid testfrekvensen.¹
4. Presentera en ton i testörat på den kontrollerade hörtröskelnivån i punkt 2. Om tonen inte uppfattas, öka tonens nivå i 5 dB-steg tills testpersonen svarar.
5. När testpersonen svarar, öka bruset i 5 dB-steg. Efter varje ökning av bruset, kontrollera tonens hörbarhet med högst två toner. Tönen anses hörbar om minst en av dessa uppfattas.
6. Om tonen hörs när maskeringsnivån höjts med minst tre 5 dB-steg är den s.k. maskeringsplatån uppnådd (se Figur 1). I de fall testpersonen säkert kan lateralisera testtonen, kan detta vara av viss information vid bedömning av maskeringens tillräcklighet. Om testtonen lateraliserar till icke-testörat efter tre höjningar bör bruset ökas ytterligare tills testtonen lateraliserar till testörat. Om tonen inte hörs när maskeringsnivån höjts, ökas nivån på testtonen tills den återigen blir hörbar. Upprepa sedan från punkt 5.

¹ En lämplig säkerhetsåtgärd kan vara att kontrollera att testpersonen hör bruset på denna nivå. Om inte, öka bruset tills det blir hörbart.

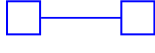
Testmetodik forts.

7. Då maskeringsplatån är uppnådd, sänk nivån på testtonen 10 dB och behåll maskeringsnivån oförändrad. Gör en (1) ny tröskelpassage, d.v.s. öka nivån på testtonen i 5 dB-steg tills den blir hörbar. För att den tidigare uppnådda platån ska anses säkerställd krävs att avvikelser i hörtröskelnivå inte överstiger 5 dB. Vid större avvikelser än 5 dB görs mätningen om från punkt 2. Om nivån på testtonen vid uppnådd maskeringsplatå avviker högst 5 dB från den omaskerade hörtröskelnivån kan kontrollen utelämnas
8. Nivån på den uppnådda testtonen i punkt 7 anges som den maskerade hörtröskelnivån.
9. Slutvärdet för maskeringsnivån noteras på audiogrammet med testörats färg och på maskeringsörats plats.
10. Fortsätt därefter på övriga aktuella testfrekvenser och vid behov på andra örat.



Figur 1. Illustration över tillvägagångssättet vid bestämning av maskerad hörtröskel hos testperson med omaskerade hörtrösklar fastställda till 40 resp. 0 dB HL. + = Svar, - = Icke svar. Nivån för att höra tonen ökar när maskeringsbruset ökar t.o.m. att tonen når 70 dB HL. Därefter hörs tonen fortsatt på 70 dB HL trots ökning av maskeringsbruset, maskeringsplatån är uppnådd. Det går att öka bruset tills det blir så starkt att det blir hörbart i testörat, då uppstår s.k. övermaskering och tonen är inte längre hörbar.

Symboler

	Uppmätt hörröskel	Ej uppnådd hörröskel
Höger luftledningshörröskel: <i>Maskerad</i>		
Vänster luftledningshörröskel: <i>Maskerad</i>		

Maskerade hörrösklar sammanbinds med heldragen linje till närmaste säkerställda hörröskel (maskerad eller omaskerad).

Vid otillräcklig maskering, exempelvis om testpersonens obehagsnivå nås före maskeringsplatån uppnåtts eller om patienten lateraliserar till icke-testörat, ska symbol som indikerar osäker sättas vid den sista använda nivån för testtonen (luftledningssymbol som inte sammanbinds med intilliggande frekvenser). Denna symbol ska inte sammanbindas med övriga. Högsta använda maskeringsnivåer antecknas på audiogrammet. Vid risk för övermaskering skall detta noteras.

Kommentarer

Maskeringsbruset bör stängas av så fort det inte behövs för att undvika onödig belastning av maskeringsörat. När man använder höga maskeringsnivåer kan detta orsaka kontraktion av stapediusmuskeln, vilket i sin tur kan försämra uppmätta hörröskelvärden.

Om patienten vid uppnådd maskeringsplatå lateraliserar till båda öronen, bedöms testtonen som uppfattad i testörat och anges som fastställd i audiogrammet.

Risk för övermaskering föreligger när maskeringsnivån uppgår till testörats benledningshörröskel plus 40 dB vid användning av supraaurala hörtelefoner och 55 dB vid användning av instickstelefoner. Risken varierar beroende på testfrekvens och individ så om maskeringsplatån enligt punkt 6 ovan kan påvisas är detta bevis för att övermaskering inte föreligger (även om risken teoretiskt existerar). Test med maskeringsbrus bör därför utföras även om det finns en teoretisk risk för övermaskering.

Teknisk utrustning

Tonaudiometern ska uppfylla kraven för typ 1-audiometer i SS-EN 60645-1. Supraaurala hörtelefoner ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-1 (ton) och SS-EN ISO 389-4 (smalbandsbrus). Instickstelefoner ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-2 (ton) och SS-EN ISO 389-4 (smalbandsbrus). Cirkumaurala hörtelefoner ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-8 (ton) och SS-EN ISO 389-4 (smalbandsbrus). Testutföraren ska kunna se och kommunicera med testpersonen under mätningen.

Tonaudiometri: Benledning

Mätningen innebär bestämning av hörtrösklar för rena toner presenterade via bentelefon på mastoidbenet. Mätningen utförs enligt den modifierade Hughson-Westlake-metoden som är en ascenderande metod, vilket innebär hörtröskeln bestäms från ohörbar till hörbar nivå.

Indikation

Mätningen ingår i en grundläggande hörselutredning som komplettering till luftledningsmätningen för att undersöka typ av eventuell hörselnedsättning.

Förutsättning

Aktuellt tonaudiogram för luftledningshörtrösklar krävs. Undersökningen förutsätter att testpersonen har förmåga att förstå instruktionerna för mätningen och kan medverka aktivt. Testet kan utföras från ca 6 års ålder. Två signalknappar bör finnas för att möjliggöra lateralisering av testtonen.

Utförande

Frekvenser som ska ingå vid mätning och den ordning de ska mätas i:

1000, 2000, 3000, 4000, 500, och 250 Hz

Mätning av frekvenserna 1500 och 750 Hz ska utföras om det finns luftledningströsklar vid aktuell frekvens.

Vid mätning av frekvenserna 1000 - 4000 Hz bör stimuleringsnivån inte överstiga 70 dB HL. Vid 500 Hz bör inte nivån överstiga 55 dB HL och vid 250 Hz inte överstiga 25 dB HL för att undvika risken för vibrotakta svar.

Vid mätning av framför allt 250 Hz kan det vid användning av bentelefon uppstå distorsion. Det finns då risk att testpersonen uppfattar övertoner istället för den inställda grundtonen. Vid användning av modellen B71 kan distorsion uppstå vid testnivåer från ca 20 dB HL och för modellen B81 först vid ca 30 dB HL.

Testinstruktioner

Instruktioner inför testet bör anpassas efter testpersonen och ska innehålla följande:

- Att toner kommer att höras, i antingen ena eller andra örat eller i båda öronen samtidigt.
- Att med signalknapp ange så fort en ton hörs även om tonen är mycket svag
- Att, om möjligt, ange med signalknappar i vilket öra tonen uppfattas
- Att informera om bentelefonen rubbas ur sitt läge

Placering av ljudgivare

Bentelefonen ska placeras på mastoidbenet nära ytterörat. Bentelefonen eller dess bygel får inte komma i kontakt med ytterörat på någon sida. Vid placering av bentelefonen kan en väl hörbar, kontinuerlig ton användas för att justera bentelefonens läge tills testpersonen anger högsta upplevda ljudstyrka. Kontrollera att bentelefonen sitter stabilt i sitt läge.

Hörtelefoner får inte vara placerade på eller i vare sig testörat eller icke-testörat under mätning av omaskerade benledningshörtrösklar, på grund av risken för ocklusionseffekt.

Testmetodik

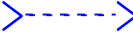
Börja med det bättre örat om det finns misstanke om sidoskillnad, annars höger öra, och 1000 Hz.¹

1. Starta med frekvensen 1000 Hz. Ge en väl hörbar ton, 40 dB HL är lämpligt om hörtröskeln är okänd eller antas vara nära normal. Om denna nivå inte uppfattas, öka i 10 dB-steg tills svar erhålls. Tonens duration ska vara 1–2 sekunder. Efterföljande paus mellan tonerna ska varieras och vara längre än tonens duration.
2. Sänk tonen i 20 dB-steg tills att den inte längre uppfattas
3. Öka nivån i 5 dB-steg och presentera en ton vid varje nivå tills tonen uppfattas.
4. Sänk nivån med 10 dB och presentera toner med ökande nivå i 5 dB-steg tills tonen återigen uppfattas.
5. Upprepa punkt 4 tills tre svar erhållits på samma nivå.² Denna nivå representerar den omaskerade hörtröskeln vid den aktuella frekvensen.
6. Om färre än tre svar vid en och samma nivå erhållits efter att punkt 5 upprepats fem gånger, presentera en ton 10 dB över den nivå där svar senast erhöles. Upprepa därefter enligt punkt 2–5 ovan.
7. Fortsätt mätningen vid övriga testfrekvenser enligt ordningen ovan. Observera att vid mätning av 250 Hz är en lämplig startnivå 20 dB HL.
8. Vid behov av kontralateral maskering bör detta utföras i direkt anslutning utan att bentelefonen flyttas.
9. Undersök det andra örat på samma sätt om det är aktuellt, punkt 1-8.

¹ I vissa fall kan benledningsmätning på en sida uteslutas, exempelvis vid symmetriska luftledningströsklar och ingen misstanke om ledningshinder finns.

² I vissa fall kan en kortare variant av denna metodik användas. Denna innebär att två svar som erhållits på samma nivå efter tre uppgående mätserier representerar hörtröskeln vid aktuell frekvens. I genomsnitt har denna ändring liten betydelse men kan i enstaka fall påverka mätresultatet.

Symboler

	Uppmätt hörröskel	Ej uppnådd hörröskel
Höger benledning		
Vänster benledning		
Höger benledning: <i>Lateraliserad till vänster öra</i>		
Vänster benledning: <i>Lateraliserad till höger öra</i>		

Hörrösklar som bedöms som säkerställda ska sammanbindas med streckad linje, till närmaste testade frekvens förutsatt att den intilliggande frekvensens hörröskel är säkerställd. Om hörröskeln är osäker eller enbart lateraliserad till icke-testörat ska den inte sammanbindas.

Vid markering av ton som enbart uppfattas i det icke testade örat används den stimulerande sidans symbol dubbelt, en gång med vardera färgen.

Kommentarer

Om testpersonen inte klarar av lateralisering av tonen kan endast en signalknapp användas. Säker lateralisering kan vara svår för barn under 10 år.

Om det vid samma frekvens skiljer mer än 10 dB mellan omaskerade benledningströsklar uppmätta på höger och vänster sida kan bentelefonen på det sämre örat vara felaktigt placerad. Det gäller även om benledningströskeln är mer än 10 dB sämre jämfört med bästa luftledningströskeln vid samma frekvens. Prova då med ny placering av bentelefonen. Om omplacering av bentelefonen utförts utan förbättring bör detta anges på audiogramblanketten.

Mätosäkerheten i en hörröskelbestämning påverkas av många faktorer, t.ex. ljudgivarens placering. Det innebär att resultaten av luft- respektive benledningsmätning kan variera delvis oberoende av varandra och att ett hörröskelvärde för benledning kan erhållas som är sämre än motsvarande luftledningströskel. I audiogrammet ska alltid de uppmätta hörrösklarna för såväl luft- och benledning markeras utan korrektioner och oavsett inbördes förhållande.

Bentelefoner ger en viss grad av luftledd ljudutstrålning från sitt hölje vilket kan innebära risk för att personer med normal mellanörefunktion uppfattar den luftledda ljudutstrålningen bättre än den benledda vid frekvenser från 3000 Hz och uppåt. Denna risk kan minskas om man använder en mjuk hörselgångspropp i testörat vid dessa frekvenser. Den ska däremot avlägsnas vid mätning av lägre frekvenser på grund av ocklusionseffekten.

Teknisk utrustning

Tonaudiometern ska uppfylla kraven för typ 1-audiometer i SS-EN 60645-1.
Bentelefonen ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-3. Testutföraren ska kunna se och kommunicera med testpersonen under mätningen.

Tonaudiometri: Benledning med kontralateral maskering

Mätningen innebär bestämning av hörtrösklar för toner presenterade via bentelefon på testörats mastoidben samtidigt som ett smalbandsbrus tillförs det motsatta örat för att säkerställa att tonerna uppfattas i testörat. När smalbandsbrus används på detta sätt kallas det för kontralateral maskering och smalbandsbruset benämns fortsättningsvis som maskeringsbrus.

Indikation

Kontralateral maskering är nödvändig när omaskerad benledningshörtröskel är mer än 10 dB bättre än samma sidas luftledningströskel vid den aktuella frekvensen för att fastställa benledningshörtröskeln. Kontralateral maskering krävs också för att säkert avgöra vilket inneröra som stimuleras då den interaurala dämpningen vid benledningsmätning är försumbar.

Förutsättning

Undersökningen förutsätter att testpersonen har förmåga att förstå instruktionerna för mätningen och kan medverka aktivt. Testet kan utföras från ca 6 års ålder. Två signalknappar bör finnas för att möjliggöra lateralisering av testtonen.

Utförande

Genomförs i direkt anslutning till mätning av omaskerade benledningströsklar och kräver att mätning av bilaterala luftledningströsklar redan utförts.

Kontralateral maskering används för de frekvenser där indikation finns och utförs i samma mätordning som de testats, se Tonaudiometri: Benledning.

Vid mätning vid frekvenserna 1000 - 4000 Hz bör stimuleringsnivån inte överstiga 70 dB HL. För att undvika risken för vibrotakta svar, bör inte nivån överstiga 55 dB HL vid 500 Hz och 25 dB HL vid 250 Hz.

Vid användning av kontralateralt maskeringsbrus bör nivåer över en effektiv maskeringsnivå på 90 dB användas med stor försiktighet. Om patienten upplever obehag kan testet behöva avbrytas.

Testinstruktioner

Instruktioner inför testet bör anpassas efter testpersonen och ska innehålla följande:

- Att förutom tonerna kommer ibland ett brus att höras i ena örat (ange vilket)
- Att lyssna endast efter tonerna och bortse från bruset
- Att tonerna kan höras antingen i ena eller andra örat eller i båda öronen samtidigt
- Att, om möjligt, ange med signalknappar i vilket öra tonen uppfattas

Placering av ljudgivare

Bentelefonen bör sitta kvar mellan den omaskerade och maskerade benledningsmätningen för att minimera risken att påverka de redan uppmätta hörtrösklarna. Bentelefonen eller dess bygel får inte komma i kontakt med någon sidas ytteröra. Kontralateralt maskeringsbrus presenteras antingen via hörtelefon eller instickstelefon. Hörtelefonen får inte komma i kontakt med bentelefonens bygel. Testörat får fortsatt inte vara ockluderat under mätningen. Kontrollera att bentelefonen sitter stabilt i sitt läge.

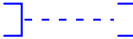
Testmetodik

1. Börja med 1000 Hz om den är aktuell för maskering, annars närmaste testfrekvens i mätordningen. Utgå från hörtrösklarna som bestämts enligt Tonaudiometri: Benledning.
2. Presentera en väl hörbar ton ca 10 dB över hörtröskeln. Kontrollera hörtröskelnivån med ett svar från en icke-hörbar nivå, utan samtida kontralateralt maskeringsbrus. Om avvikelsen från tidigare resultat är 10 dB eller mer upprepa tröskelmätningen med minst två svar på samma nivå för att mäta upp den ockluderade hörtröskeln. Den ockluderade hörtröskeln är endast ett utgångsvärde för maskeringsproceduren och skall inte markeras i audiogrammet.
3. Presentera kontralateralt maskeringsbrus på den nivå som är maskeringsörats luftledningströskel vid testfrekvensen. En lämplig säkerhetsåtgärd är att kontrollera att testpersonen hör bruset på denna nivå. Om inte, öka bruset tills det blir hörbart.
4. Presentera en ton på den nivå som fastställdes i punkt 2. Om tonen inte uppfattas, öka nivån på tonen i 5 dB-steg tills testpersonen svarar.

Testmetodik forts.

5. När testpersonen svarar, öka bruset i 5 dB-steg. Efter varje ökning av bruset, kontrollera tonens hörbarhet med högst två toner. Tonen anses hörbar om minst en av dessa uppfattas.
6. Om tonen hörs när maskeringsnivån höjts med minst tre 5 dB-steg är den s.k. maskeringsplatån uppnådd (se Figur 1). I de fall testpersonen säkert kan lateralisera testtonen, kan detta vara av viss information vid bedömning av maskeringens tillräcklighet. Om testtonen lateraliserar till icke-testörat efter tre höjningar bör bruset ökas ytterligare tills testtonen lateraliserar till testörat. Om tonen inte hörs när maskeringsnivån höjts ökas tonen i 5 dB-steg tills tonen åter igen är hörbar. Upprepa sedan från punkt 5.
7. Då maskeringsplatån är uppnådd, sänk nivån på testtonen 10 dB och behåll maskeringsnivån oförändrad. Gör en (1) ny tröskelpassage, d.v.s. öka nivån på testtonen i 5 dB-steg till testpersonen svarar. För att den tidigare uppnådda platån ska anses säkerställd krävs att avvikelser i hörtröskelnivå inte överstiger 5 dB. Vid större avvikelser än 5 dB görs mätningen om från punkt 2. Om nivån på testtonen vid uppnådd maskeringsplatå avviker högst 5 dB från den omaskerade hörtröskelnivån kan kontrollen utelämnas.
8. Nivån på den uppnådda testtonen i punkt 7 anges som den maskerade hörtröskelnivån.
9. Slutvärdet för maskeringsnivån noteras på audiogrammet med testörats färg och på maskeringsörats plats.
10. Fortsätt därefter på övriga aktuella testfrekvenser och vid behov på andra örat.

Symboler

	Uppmätt hörtröskel	Ej uppnådd hörtröskel
Höger benledning: <i>Maskerad</i>		
Vänster benledning: <i>Maskerad</i>		

Vid otillräcklig maskering, d.v.s. då audiometerens högsta maskeringsnivå inte är tillräcklig för att identifiera maskeringsplatån eller då testpersonens obehagsnivå nås före maskeringsplatån ska symbol som indikerar osäker sättas vid den sista använda nivån för testtonen (luftledningssymbol som inte sammanbinds med intelligande frekvenser). Notering om varför hörtrösklar ej sammanbundits anges tillsammans med resultatet. Högsta använda maskeringsnivå ska antecknas vid ej uppnådd eller osäker hörtröskel.

Kommentarer

Om testpersonen inte klarar av lateralisering av testtonen kan endast en signalknapp användas. Säker lateralisering kan vara svår för barn under 10-årsåldern.

Maskeringsbruset bör stängas av så fort det inte behövs för att undvika onödig belastning av maskeringsörat.

Risk för övermaskering föreligger när maskeringsnivån uppgår till testörats benledningströskel plus 40 dB vid användning av supraaurala hörtelefoner och 55 dB vid användning av instickstelefoner. Risken varierar beroende på testfrekvens och individ så om maskeringsplatån enligt punkt 5 ovan kan påvisas är detta bevis för att övermaskering inte föreligger (även om risken teoretiskt existerar). Test med maskeringsbrus bör därför utföras även om det finns en teoretisk risk för övermaskering.

Teknisk utrustning

Tonaudiometern ska uppfylla kraven för typ 1-audiometer i SS-EN 60645-1. Bentelefonen ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-3. Hörtelefoner (cirkum- och supraaurala samt instickstelefoner) för maskering ska kalibreras enligt SS-EN ISO 389-4 (smalbandsbrus). Testutföraren ska kunna se och kommunicera med testpersonen under mätningen.

Referenser

- Arlinger, S. D. (1979). *Comparison of Ascending and Bracketing Methods in Pure Tone Audiometry A Multi-laboratory Study*. Scandinavian audiology, 8(4), 247-251.
- Arlinger, S. D., Kylén, P., & Hellqvist, H. (1978). *Skull Distortion Of Bone Conducted Signals*. Acta Oto-Laryngologica, 85(1-6), 318-323.
- Boothroyd, A., & Cawkwell, S. (1970). *Vibrotactile Thresholds in Pure Tone Audiometry*. Acta Oto-Laryngologica, 69(1-6), 381-387.
- British Society of Audiology. (2018). *Recommended Procedures: Pure tone air and bone conduction threshold audiometry with and without masking*. BSA, UK.
- Carhart, R., & Jerger, J. F. (1959). *Preferred method for clinical determination of pure-tone thresholds*. The Journal of speech and hearing disorders, 24(4), 330-345.
- Eichenauer, A., Dillon, H., Clinch, B., & Loi, T. (2014). *Effect of bone-conduction harmonic distortions on hearing thresholds*. The Journal of the Acoustical Society of America, 136(2), EL96-EL102.
- Fredén Jansson, K.-J., Håkansson, B., Reinfeldt, S., Fröhlich, L., & Rahne, T. (2017). *Vibrotactile Thresholds on the Mastoid and Forehead Position of Deaf Patients Using Radioear B71 and B81*. Ear and Hearing, 38(6), 714-723.
- Lentz, J., Walker, M., Short, C., & Skinner, K. (2017). *Audiometric Testing With Pulsed, Steady, and Warble Tones in Listeners With Tinnitus and Hearing Loss*. American Journal of Audiology, 26(3), 328-337.
- Lidén, G., Nilsson, G., & Anderson, H. (1959). *Narrow-Band Masking with White Noise*. Acta Oto-Laryngologica, 50(1-2), 116-124.
- Munro, K. J., & Agnew, N. (1999). *A comparison of inter-aural attenuation with the Etymotic ER-3A insert earphone and the Telephonics TDH-39 supra-aural earphone*. British journal of audiology, 33(4), 259-262.
- Richter, U., & Brinkmann, K. (1981). *Threshold of Hearing by Bone Conduction A Contribution to International Standardization*. Scandinavian audiology, 10(4), 235-237.
- Shipton, M. S., John, A. J., & Robinson, D. W. (1980). *Air-Radiated Sound from Bone Vibration Transducers and Its Implications for Bone Conduction Audiometry*. British journal of audiology, 14(3), 86-99.

- Svenska institutet för standarder. (1996). *Akustik - Referensnivåer för kalibrering av tonaudiometrar - Del 2: Referensvärden för ekvivalent hörtröskelljudtrycksnivå för rena toner och instickstelefoner (ISO 389-2:1994)* (SS-EN ISO 389-2). <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/buller-med-avseende-pa-manniskor/ssen-iso-3892-f6f6e860/>
- Svenska institutet för standarder. (1999). *Akustik - Referensnivåer för kalibrering av tonaudiometrar - Del 4: Referensnivåer för smalbandigt maskeringsbrus (ISO 389-4:1994)* (SS-EN ISO 389-4) <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/buller-med-avseende-pa-manniskor/sseniso3894/>
- Svenska institutet för standarder. (2005). *Akustik - Referensnivåer för kalibrering av tonaudiometrar - Del 8: Referensvärden för ekvivalent hörtröskelljudtrycksnivå för rena toner och cirkumaurala hörtelefoner (ISO 389-8:2004)* (SS-EN ISO 389-8:2005). <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/buller-med-avseende-pa-manniskor/sseniso38982005/>
- Svenska institutet för standarder. (2010). *Akustik - Audiometriska undersökningsmetoder - Del 1: Tonaudiometri med luft- och benledning (ISO 8253-1:2010)* (SS-EN ISO 8253-1:2010). <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/buller-med-avseende-pa-manniskor/ss-en-iso-389-12018/>
- Svenska institutet för standarder. (2016). *Akustik - Referensnivåer för kalibrering av tonaudiometrar - Del 3: Referensvärden för ekvivalent hörtröskelkraftnivå för rena toner och benledningstelefoner (SS-EN ISO 389-3:2016)* <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/buller-med-avseende-pa-manniskor/sseniso38932016/>
- Svenska institutet för standarder. (2018a). *Elektroakustik - Audiometrar - Del 1: Utrustning för tonaudiometri och talaudiometri (SS-EN 60645-1)*. <https://www.sis.se/produkter/metrologi-och-matning-fysikaliska-fenomen/akustik-och-bullermatning/elektroakustik/ss-en-60645-1/>
- Svenska institutet för standarder. (2018b). *Akustik - Referensnivå för kalibrering av utrustning för audiometri - Del 1: Referensvärden för ekvivalent hörtröskelljudtrycksnivå för rena toner och supraaurala hörtelefoner (ISO 389-1:2017)* (SS-EN ISO 389-1:2018). <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/buller-med-avseende-pa-manniskor/ss-en-iso-389-12018/>
- Svenska audiologiska metodboksgruppen. (2004). *Handbok i hörselmätning* ([Ny utg.] ed.). SAME och C-A Tegnér AB.

Svenska audiologiska metodboksgruppen. (2004). *Metodbok i praktisk hörselmätning* ([2. uppl.] ed.). Bromma : C-A Tegnér.

Tyler RS & Wood EJ, 1980. *A comparison of manual methods for measuring hearing levels*. Audiology 19, sid 316–329.