

AUTOMATISK AUDIOMETRI

en artikelserie av C A Tegnér

När man just vid midsommartid 1972 skall skriva om automatisk audiometri, så måste man börja med ett sorged. Metodens uppfinnare, detta århundrades största hörsel-forskare och 1961 års Nobelpristagare i fysiologi och medicin. Professor Georg von Békésy, har nyligen avlidit.



Jag lärde känna Békésy under hans Stockholmsår i slutet av 40-talet och jag beundrade honom storligen som människa – lika snäll och försynt som han ser ut på bilden – och som föreläsare – helt kristallklar med den sällsynta gåvan att kunna framställa även mycket komplicerade förlopp på ett begripligt sätt. Jag kan inte minnas att jag någon gång såg eller hörde Békésy använda en formel vid en föreläsning för ett blandat auditorium. Dessutom skrev han lika bra med vänster hand som med höger, vilket kom honom att framstå som ett under framme vid svarta tavlan. Han skymde aldrig det han ritade.

Under sina år här i Stockholm utvecklade han den automatiska audiometern och principen för denna är ännu oförändrad, liksom benämningen. Den automatiska audiometern kallas allmänt Békésyaudiometer. Principen byggde på förhållandet att maskinen är människan överlägsen då det gäller att registrera och korrigera avvikelser från ett idealvärde. Egentligen är det ju rätt självklart att detta förhållande är tillämpligt inte bara för att styra fartyg och flygplan utan även för att styra en hörselmätning. Men det var Békésy som kom på idén och förverkligade den.

Békésyaudiometern låter patienten skriva sin hörselkurva själv – men för att klargöra hur detta går till och vilket framsteg det innebär måste jag först i detalj beskriva själva proceduren vid manuell audiometri.

Man ger patienten tonsignaler med en varaktighet av cirka en sekund och med oregelbunden intervall (1–3 sek) för att undvika en rytm som kan missleda patienten. Han svarar antingen ja (dvs han hörde tonen) genom att trycka på en knapp eller räkka upp handen, eller nej genom att låta bli. Målet är att finna hans tröskelvärde som definieras som "den nivå vid

vilken patienten svarar rätt på mer än halva antalet avgivna signaler" – i praktiken ungefär två av tre. Man når detta mål genom att gradvis "ringa in" tröskelvärdet i ett minskande gap mellan signaler över och under tröskelvärdet.

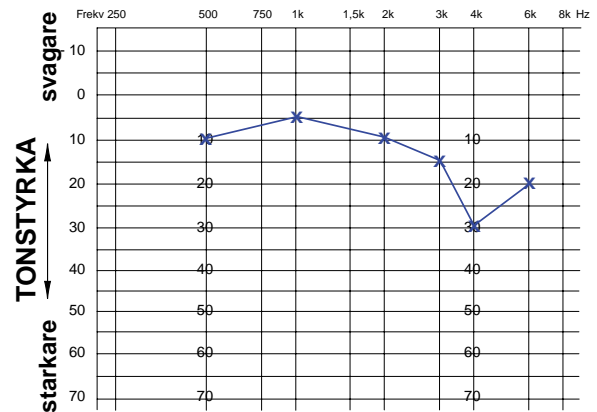


fig 1

Hörtröskeln är inte en knivskarp gräns mellan vitt – då man hör – och svart – då man inte hör. Den är ett grått fält i övergången mellan svart och vitt och den kan variera från dag till dag. Bilderna visar dels hur en hörselkurva markeras (fig 1), dels hur den egentligen borde läsas (fig 2) – alltså som ett ungefär 10 dB brett fält med överkanten vid den nivå där patienten "tappar" en ton som han hört och underkanten vid den nivå där han upptäcker en ton som kommer smygande ur tystnaden. Man kan vid manuell audiometri inte fastställa tröskelvärdet med större noggrannhet än \pm ca 5 dB.

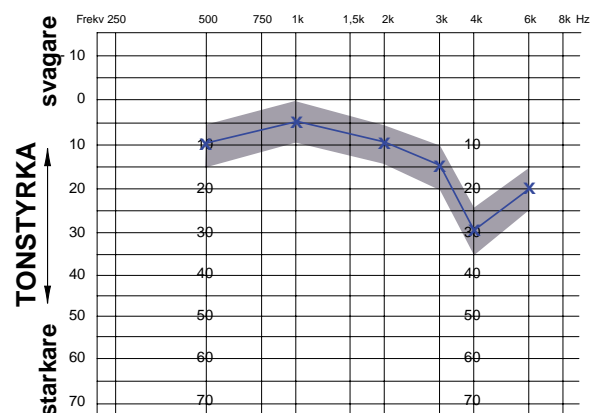


fig 2

Vid presentation av tonen hoppar man först i rätt stora steg. När man sedan börjar närma sig tröskelvärdet minskar man tonstyrkan 10 dB åt gången då

man avläsa hur säker – eller osäker – patienten är. Alla skriver större i början och stabiliserar sig sedan vid en skrivhöjd av 7–10 dB, vilket är det normala.

Proceduren är i princip densamma som illustrerats med fig 3 och 4, men det är säkrare genom att den mänskliga faktorn eliminerats så långt det går. Detta medför även att provets reproducerbarhet – dvs möjligheten att nå samma resultat vid ett annat provtillfälle – blir väsentligt större vid Békésyaudiometri än vid manuell audiometri. Då gäller regeln att man anser sig ha en helt korrekt kurva först då man har tre vid olika tillfällen tagna audiogram som inte sinsemellan avviker mer än 5 dB på någon frekvens. Underförstått bakom denna regel ligger att man vid manuell audiometri helt normalt väntar sig rätt stora avvikelser mellan audiogram tagna på samma patient vid samma hälsotillstånd men vid olika tillfällen. Om däremot två Békésyaudiogram tagna på samma patient sinsemellan avviker mer än 5 dB kan man vara rätt säker på att patientens hörsel förändrats.

Den typ av Békésyaudiometer som är avsedd för industribruk har, liksom den manuella audiometern, fasta frekvenser – i allmänhet de sex internationellt accepterade screeningfrekvenserna mellan 500 och 6000 Hz. Den provar varje frekvens i 30 sekunder, först på det ena örat och sedan på det andra. Övergången från frekvens till frekvens och från öra till öra sker automatiskt. Hela provet tar alltså 2 x 6 x 1/2 minut = 6 minuter.

Fig 6 visar det audiogram som blir resultatet av provet. Notera skillnaden mellan detta och det vanliga audiogrammet enligt fig 1. Vid manuell audiometri ritas man markeringarna på en lodrät linje mellan två vita fält. Vid Békésyaudiometri är det

tvärtom. Då representerar det vita fältet den provade frekvensen. Detta är ju i och för sig helt naturligt. I det manuella audiogrammet registreras inte tidsfaktorn. Oavsett om provet av en viss frekvens tagit 10 sekunder eller två minuter blir resultatet detsamma – en markering på en linje. Békésyaudiometern måste ha plats att skriva ned vad som händer under de 30 sekunder tonen provas.

Några kommentarer till fig 6:

De stora sågtänderna i början på 500 Hz på höger öra visar detsamma som fig 5. Patienten håller på att vänja sig vid tekniken. Den stora "nedtanden" i mitten på 1000 Hz tyder på att patienten ett ögonblick tappat koncentrationen och därmed tonen. Sådant bortser man från om tendensen i övrigt är klar. På 4000 Hz har jag illustrerat hur tinnituspatienten enligt fig 4 bör se ut på ett Békésyaudiogram. De stora sågtänderna i början visar att han först känt sig vilsen, men så har han upptäckt skillnaden mellan Békésyaudiometers pulserande ton och hans egen konstanta ringning i örat och skriver snyggt och säkert omkring 20-dB-nivån. Antagandet att hans tröskel låg vid 30 dB enligt fig 4 var alltså fel. Bortsett från en viss osäkerhet i början på registreringen av en frekvens och någon enstaka "nedtand" här och var brukar det inte förekomma någon avvikelse från den jämna sågtandskurvan.

I rättvisans namn bör jag kanske nämna att det inte var Békésy själv som introducerade den här varianten av hans princip. Békésys ursprungliga audiometer hade nämligen inte fasta frekvenser utan kontinuerligt glidande frekvens, vilket ger möjlighet till diverse diagnostiska finesser. Eftersom det inte finns behov av en så avancerad diagnostik på en industriklirik, avstår jag från att här gå närmare in på denna

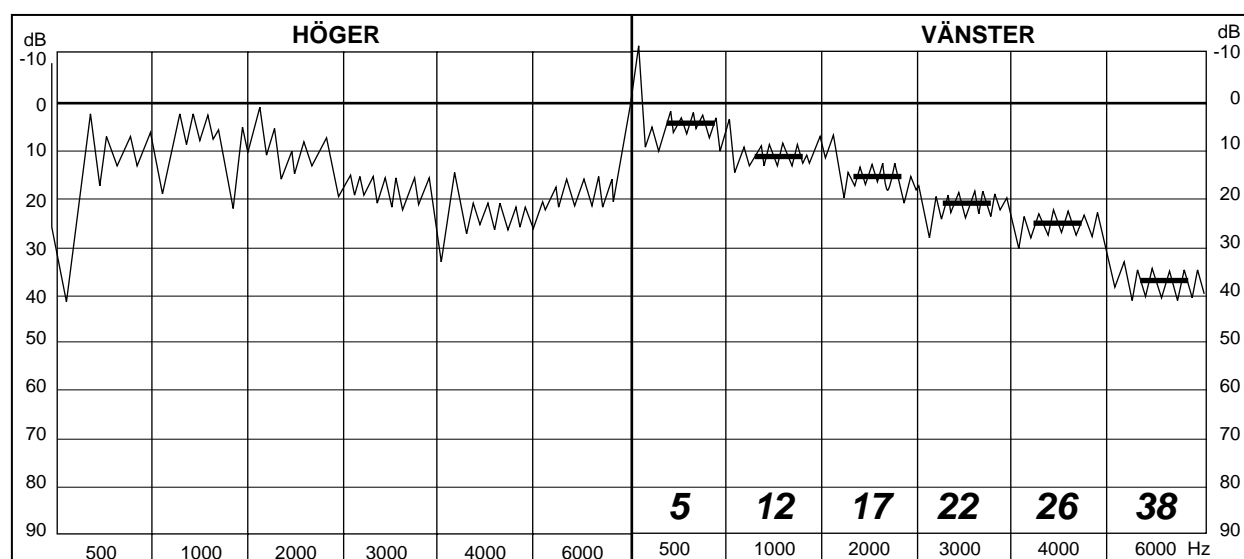


fig 6

audiometertyp och dess möjligheter. Békésyaudiometrar av denna typ finns emellertid på alla större öronkliniker över hela världen.

Den som introducerade "fasttons-Békésy" var en annan framstående audiolog, nämligen Aram Glorig som nu förestår The Callier Hearing Center i Dallas, men som då var director of research vid The American Academy of Otology and Ophthalmology in Los Angeles. Jag minns ännu ordagrant hans inledning då han först beskrev metoden vid någon audiologisk kongress i mitten på 50-talet: *"I have found the operator to be the main source of error in tone audiometry. So I have decided to get rid of the operator."*

För att sedan återgå till ämnet, så bör jag väl nämna något om metodens praktiska fördelar. Först patientinstruktionen där jag kan citera Professor Herman Diamant på öron i Umeå. I en bok, "Buller", utgiven 1969, redovisar han en hörselundersökning av 2121 skogsarbetare och skriver där bland annat: "...den automatiska audiometern har visat sig utomordentlig i sammanhanget, inte minst med hänsyn till lättheten att förklara hur man bär sig åt."

Själv har jag demonstrerat Békésyaudiometrar för rätt många hundra personer och då har den här instruktionen visat sig räcka: "det kommer en ton i lura som säger pip - pip - pip. Håll knappen intryckt när tonen hörs och släpp den när tonen försvinner". De flesta sätter sig in i tekniken på tio sekunder. Detsamma gäller manövreringen av apparaten. Tio sekunder är väl i underkant, men jag åtar mig gärna att lära vem som helst att sköta en sådan här audiometer på tio minuter.

Doktor Almgren på Eriksbergs Varv som har en Békésyaudiometer sedan några månader gav mig just en synpunkt som jag inte tänkt på förut och som är intressant i det här sammanhanget. Eriksberg har rätt mycket utländsk arbetskraft och därmed vissa språksvårigheter vid läkarundersökningarna. Den enkla patientinstruktionen för Békésyaudiometern har eliminerat dessa svårigheter vad hörselprovet beträffar.

Att få de två raderna som patientinstruktionen omfattar nedskrivna på alla språk som förekommer bland personalen är ju en enkel sak.

Békésyaudiometern kräver ett audiometerrum. Manuell audiometri kan man i nödfall köra under rätt besvärliga bullerförhållanden. Det är ju bara att göra ett uppehåll i provet när det kommer en bullertopp. Det uppehållet gör inte Békésyaudiometern. Den skapar visserligen det perfekta kommunikationsledet mellan patient och hörselkurva, men den kan inte tänka själv.

Man måste alltså ha ett audiometerrum som reducerar bullertopparna. I gengäld tolererar patienten en förvånansvärt hög bullernivå omkring audiometerrummet därför att Békésy-audiometerns regelbundet pulserande ton är mycket lättare att följa än de oregelbundna tonsignalerna vid manuell audiometri. Telefonsamtal, maskinskrivning och andra normala expeditivitet utaför audiometerrummet stör alltså inte. Möjligen skriver patienten något större än i absolut tystnad, men han skriver lika regelbundet och vid samma nivå.

När man läser och tyder det manuella audiogrammet detaljstuderar man inte dB-siffrorna för varje frekvens utan det man fäster sig vid är totalbilden, dvs kurvlinjens läge i höjded och dess förlopp – rak, stigande eller fallande. Och så jämför man med tidigare audiogram genom att lägga audiogrammen på varandra och titta mot ljuset.

Med Békésy-audiogrammet gör man likadant, men här har man möjligheten att underlätta jämförelsen med tidigare audiogram genom att köra flera kurvor med olika färg på samma blankett. Vill man ha detaljerade siffror så drar man ett streck genom mitten på sågtänderna för varje frekvens och skriver respektive dB-siffror nederst på blanketten – som jag gjort med vänsterörat på fig 6. Med hänsyn till Békésy-metodens större känslighet behöver man härvid inte känna sig bunden av de 5-dB-steg man är van vid att räkna med vid manuell audiometri.